UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS CURITIBA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA - DAELT
Amplificadores Operacionais e Semicondutores – ELT74E
Prof.ª Elisabete Nakoneczny Moraes

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA

UTFPR UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CURITIBA

EXPLICAÇÃO A FONTE DA APS & EXERCÍCIOS

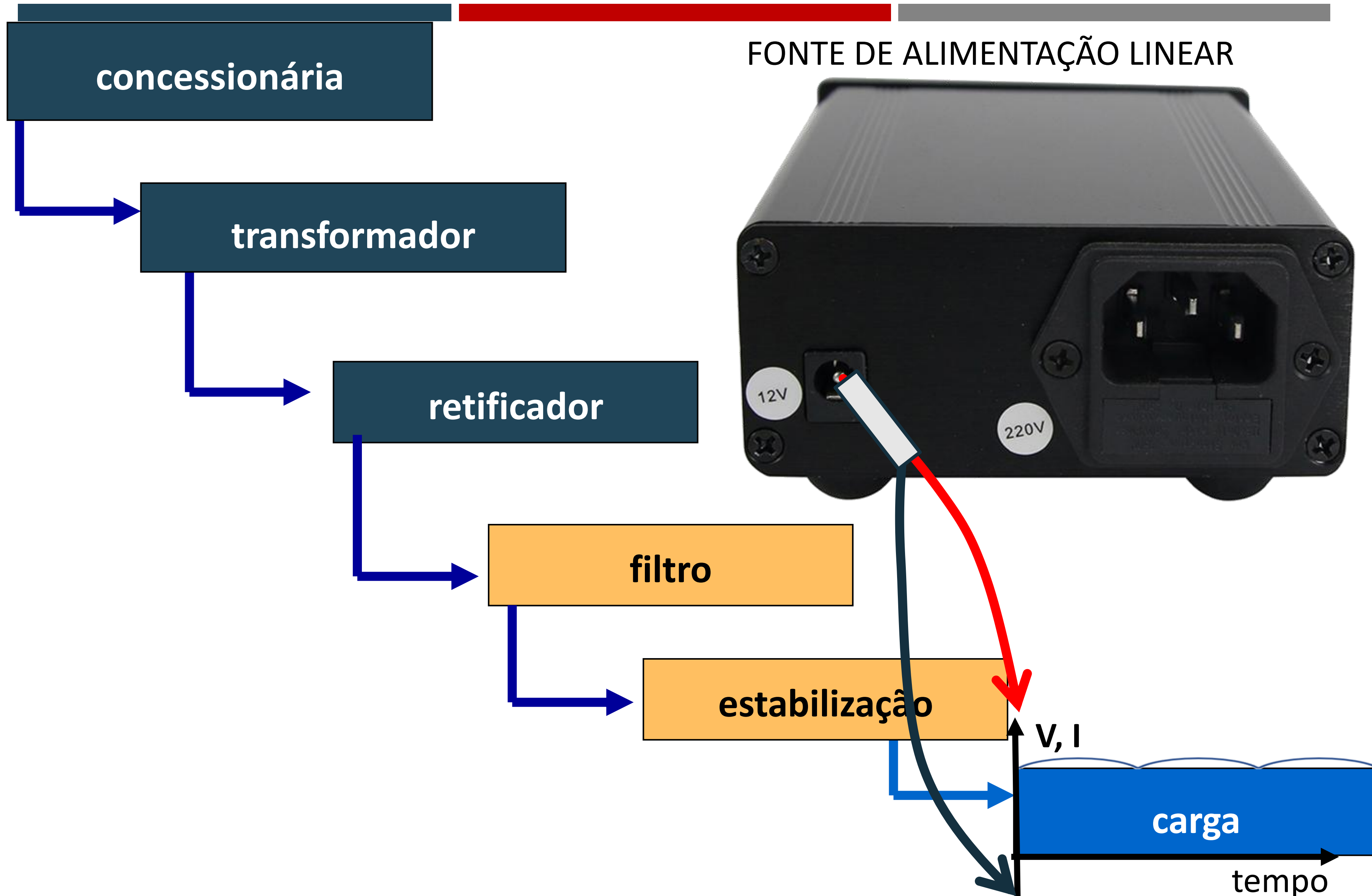
AOS10–EXPLICAÇÃO SOBRE COMO A CONSTRUIR A FONTE DA APS E EXERCÍCIOS PARA A 1ª PROVA

Curitiba, 4 de novembro de 2024. (S24)
Curitiba, 5 de novembro de 2024. (S25 e S26)

AGENDA

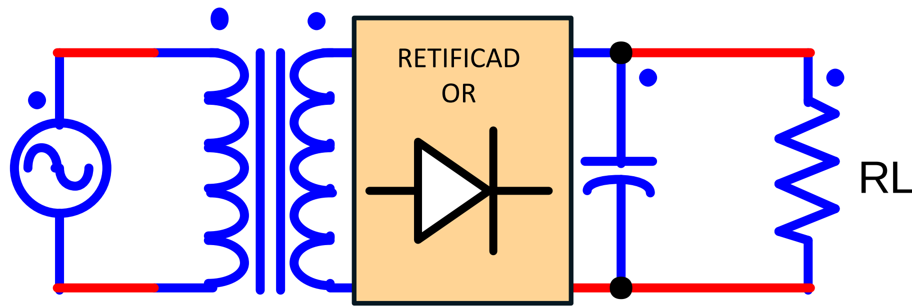
1. Revisão
2. Apresentação da APS = fonte de alimentação linear variável
    1. Circuito
    2. Planejamento
    3. Materiais

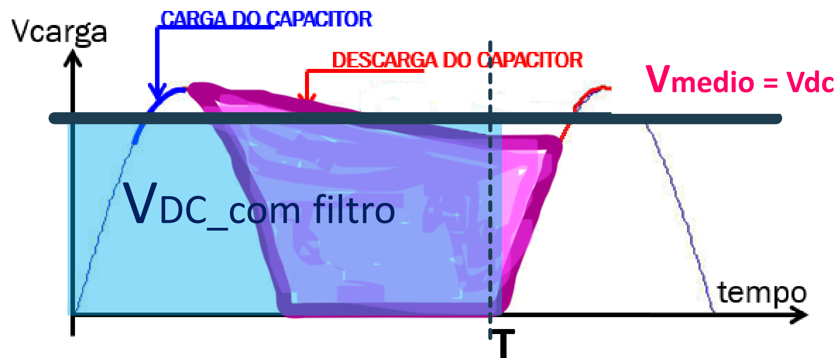
Revisão: estrutura básica de um retificador

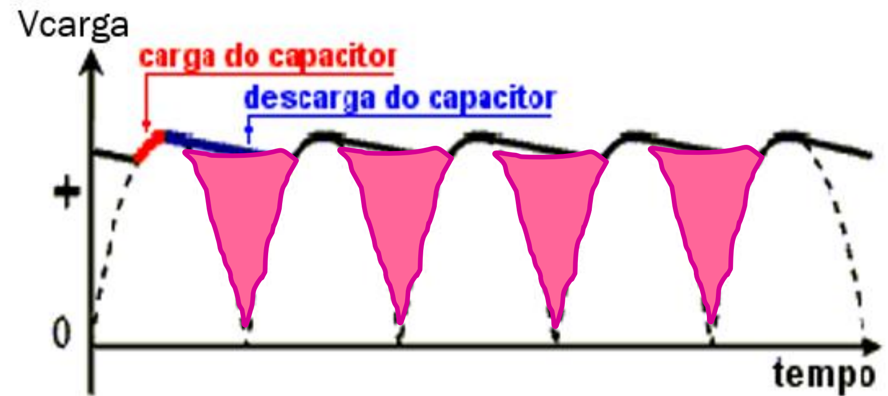


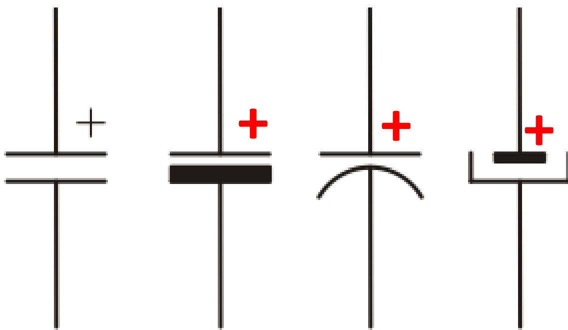
Revisão: etapa do filtro capacitivo

Aumento do nível da tensão DC













Risco de explosão

POLARIDADE DEVE SER CONECTADA CONFORME INDICAÇÃO DO ENCAPSULAMENTO

Cálculo aproximado x exato do capacitor

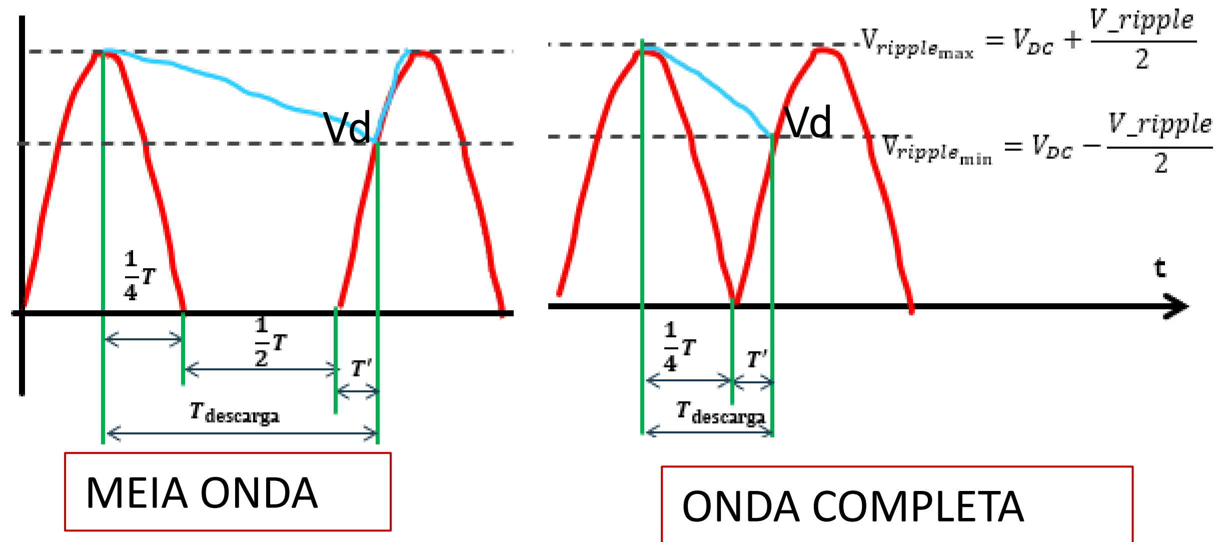
Aproximado

Para realizar este cálculo, iremos adotar o livro: David, MALVINO, Albert; B. *Eletrônica - V1*. 2016
O assunto está no capítulo 4 p. 105:
https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580555776/cfi/120!/4/2@100:0.00

$$V_{Rpp} = \frac{I_{CC}}{fC}$$

Exato

Determina o tempo de descarga: T'
T1/2 onda =T = 1/4T+1/2T+T'
TOC = T= 1/4 T+T'
Vd=Vmax sem wT'



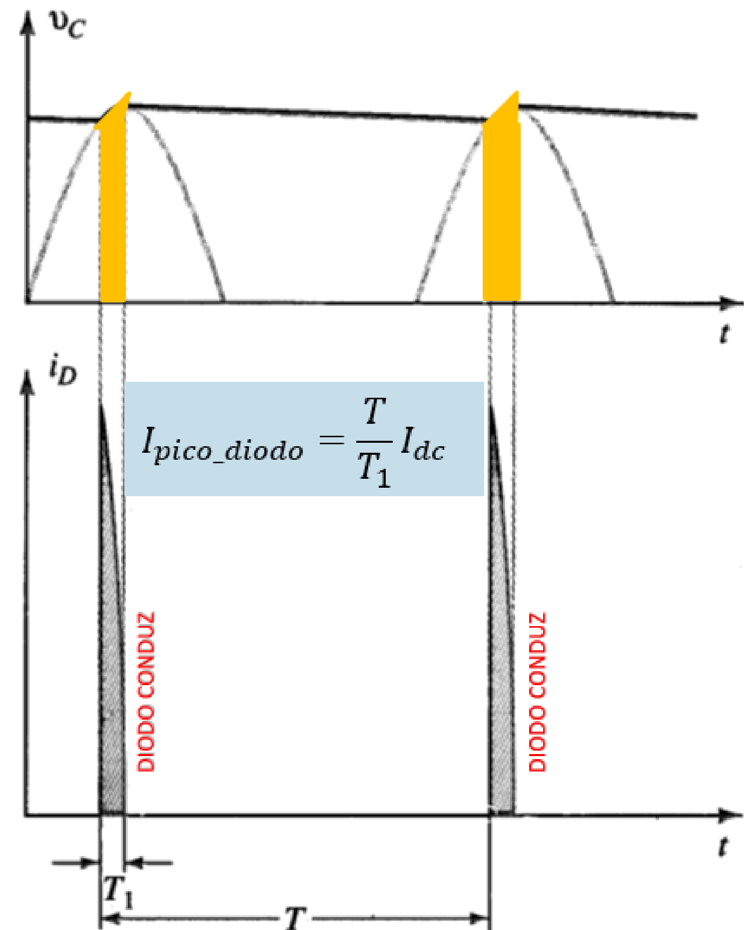
Descarga capacitor ➔ Vc = Vmax ($e^{-T/RC}$)
Isola C na equação da descarga, tendo o conhecimento do tempo de descarga total T

Corrente *de pico* no diodo com a etapa do filtro

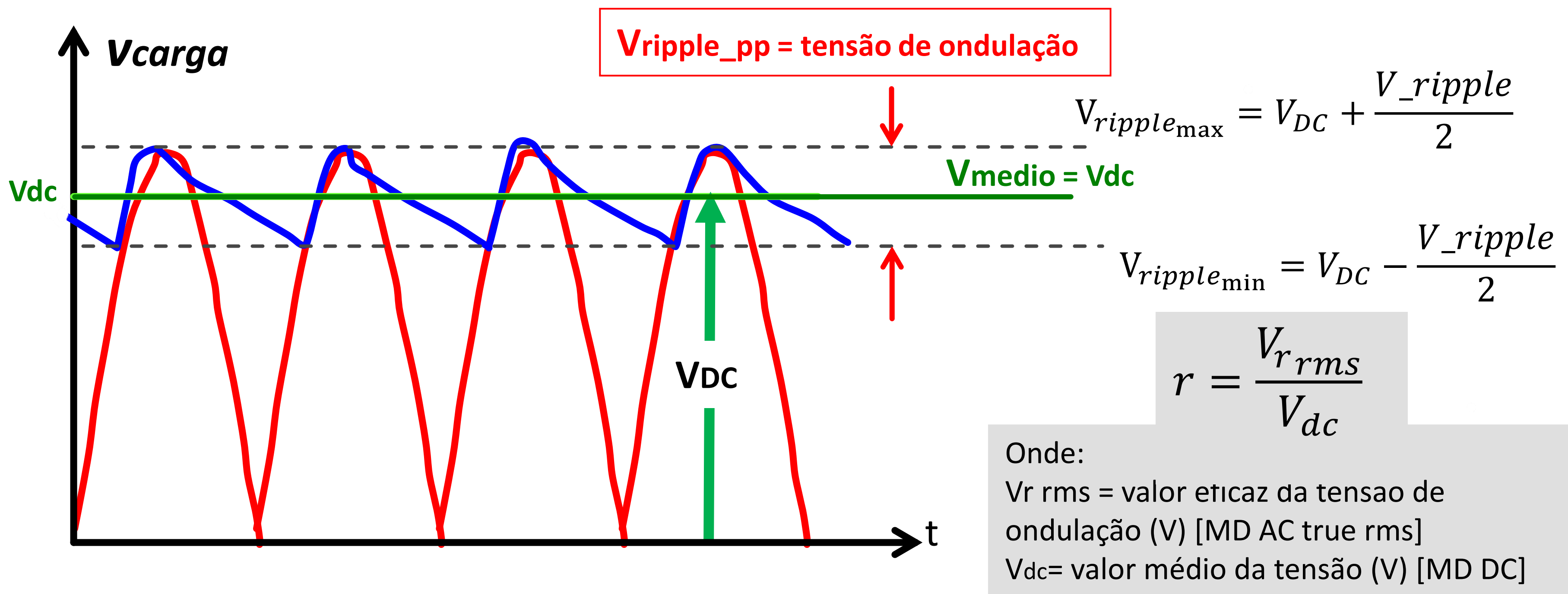
Somente durante a carga no capacitor, quando o diodo conduz e ocorre em um intervalo de tempo muito pequeno, com elevada intensidade.
A especificação do diodo neste cenário, deve considerar esse parâmetro que no datasheet é identificado pela corrente de pico repetitiva ou a corrente de surto máxima (I_{FSM}).

$$I_{pico_diodo} = \frac{T}{T_1} I_{dc}$$

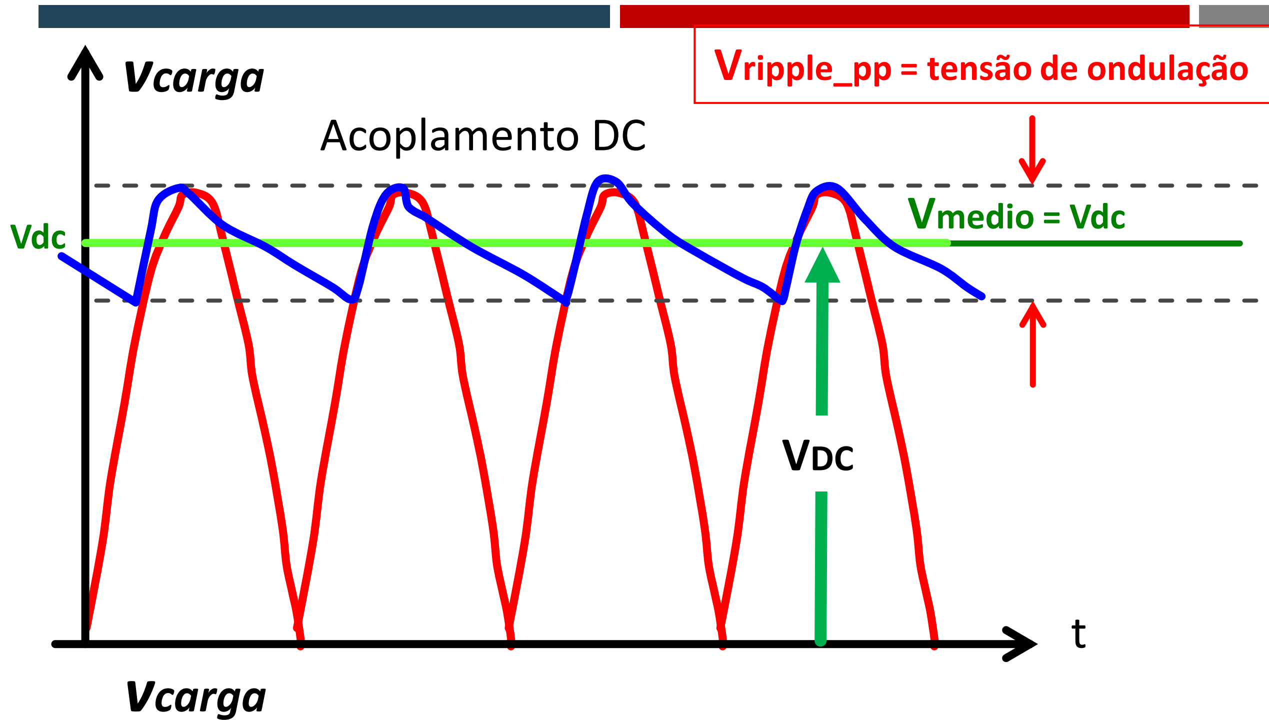
Onde:
Idc = corrente média drenada do filtro.
Ipico = corrente de pico diodo(s) condução.
T1= tempo de condução do(s) diodo(s).
T=1/f ➔ f= frequência da fonte AC.



Forma de onda após o filtro capacitivo: tensão de ondulação & ripple



Uso do acoplamento DC no osciloscópio para medir e visualizar V_{DC}



$$r = \frac{V_{r\,rms}}{V_{dc}}$$

Uso do acoplamento DC no osciloscópio para medir e visualizar V_{DC}

Acoplamento DC

Tek Trig'd M Pos: 0.000s

V_{DC}

1

CH1 5.00V M 5.00ms CH1 ⁄ 11.2V

Posição vertical CH1 0.04 divs (200mV)

MEDIDAS

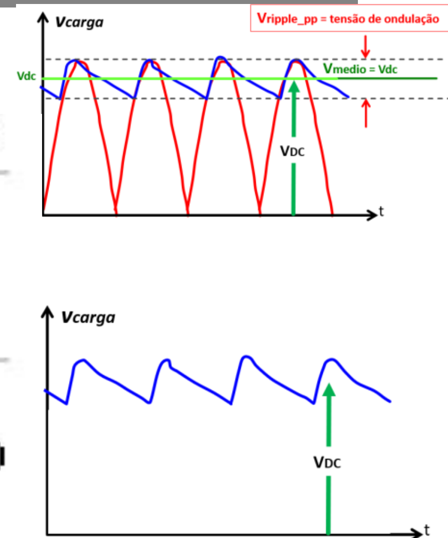
CH1 Médio 11.5V

CH1 Pico a Pico 4.80V

CH1 Mín 8.60V

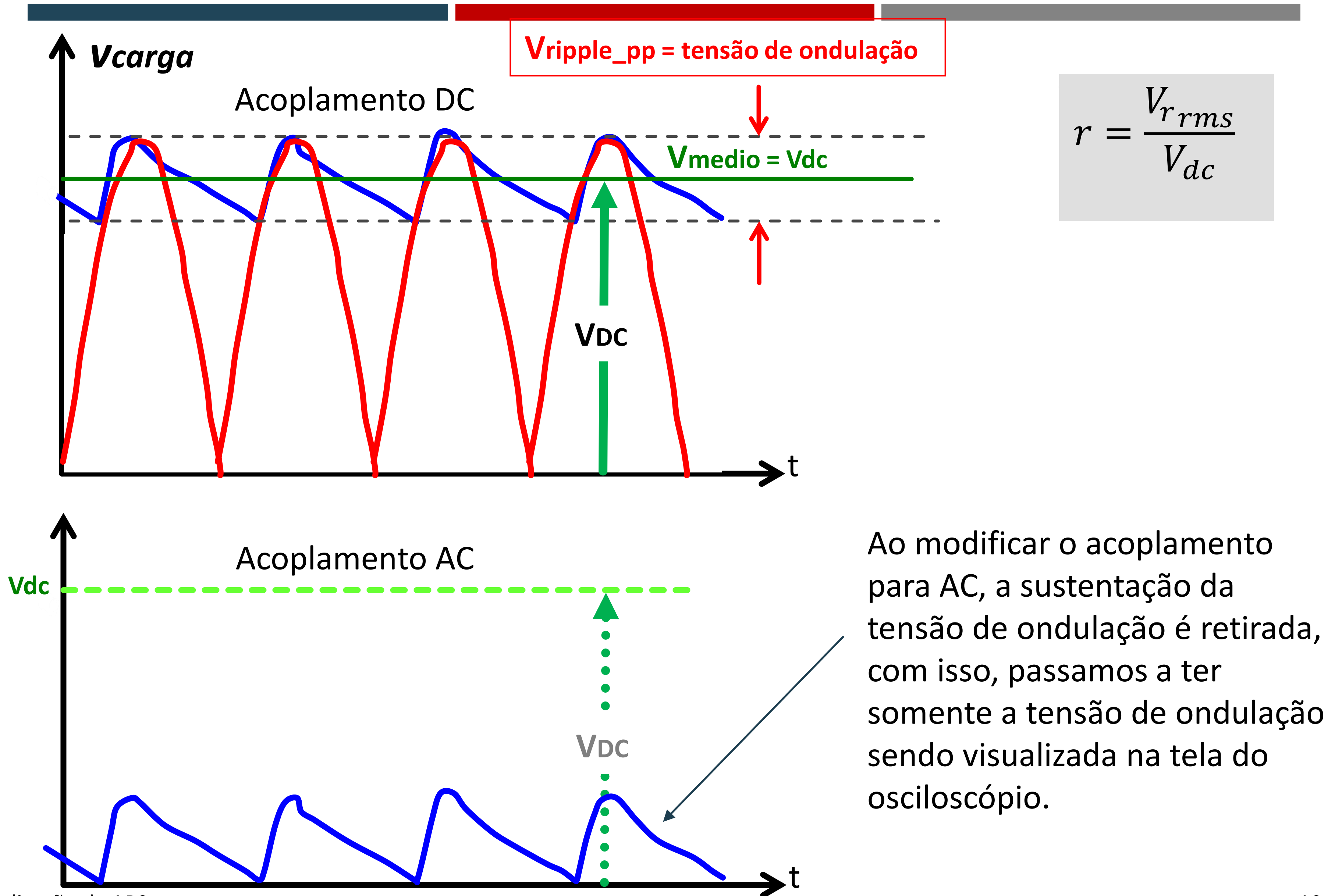
CH1 RMS 11.6V

CH1 Máx 13.4V

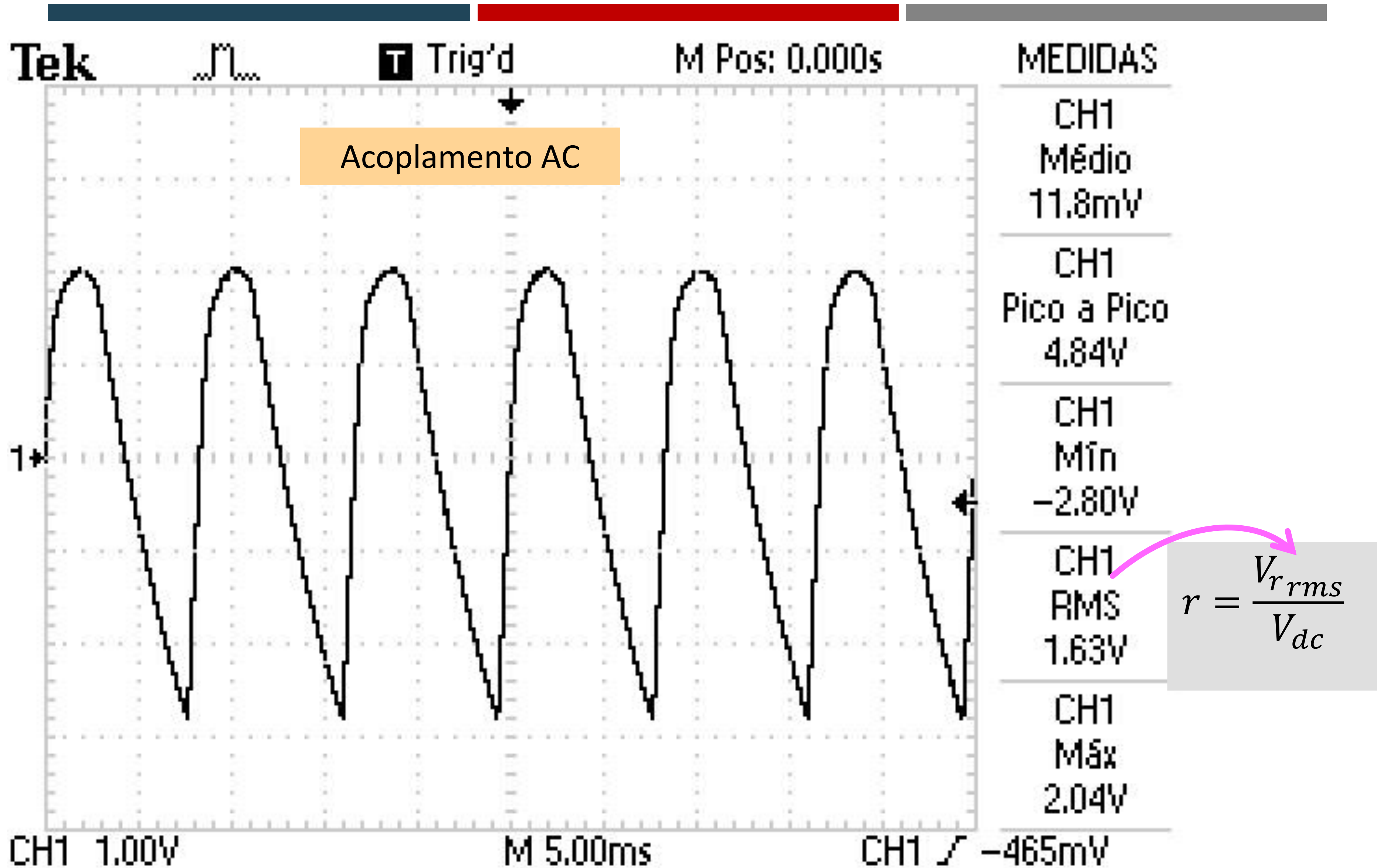


Há simultaneamente um nível DC e um **nível variável** que nos referimos de forma incorreta como nível AC!
Estas duas naturezas de tensão coexistem!

Uso do acoplamento AC no osciloscópio para medir e visualizar Vrrms



Uso do acoplamento AC no osciloscópio para medir e visualizar $V_{r\,rms}$



Forma de onda após o filtro capacitivo: tensão de ondulação & ripple

V_{RL}

$$V_{ripple_{max}} = V_{DC} + \frac{V_ripple}{2}$$

Vmedio = Vdc

$$V_{ripple_{min}} = V_{DC} - \frac{V_ripple}{2}$$

Vripple = tensão de ondulação

VDC

t





Tensão de ondulação (Vr): desvio da tensão na carga a partir do seu valor médio. Indica o grau de pureza de uma CC. No caso de uma CC pura, o *ripple* é zero.

$$r(\%) = \frac{tensão\ ripple(rms)}{tensão\ dc} 100\%$$

$$r(\%) = \frac{V_{r\,rms}}{V_{dc}} 100\%$$

Onde:

Vr rms = valor eficaz da tensão de ondulação (V) [**MD_true_rms em AC**]

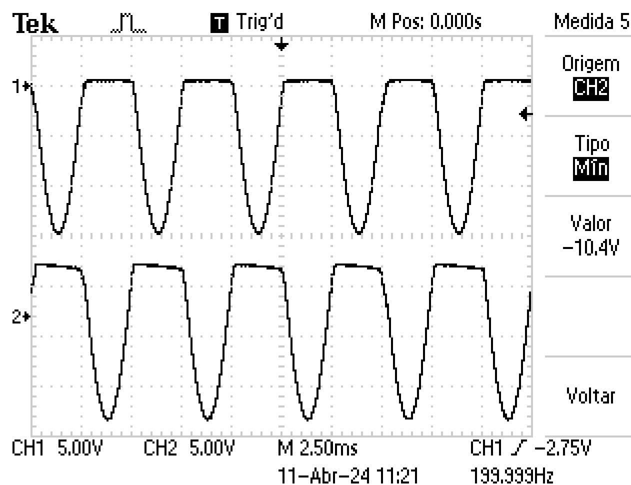
Vdc= valor médio da tensão (V) [**MD em DC**]

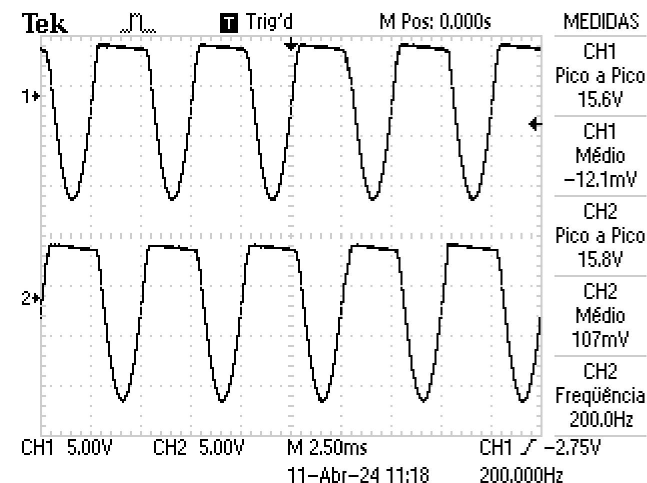
Acoplamento DC x AC no osciloscópio

Em acoplamento DC a forma de onda é visualizada com os níveis DC e AC presentes na forma sob análise.

Em acoplamento AC a forma de onda é visualizada SEM o nível DC devido a presença de um capacitor que é introduzido no circuito de medida quando alteramos a chave para o acoplamento AC. Esse capacitor é um circuito aberto para níveis DC. Portanto somente os níveis AC serão apresentados no display.
Neste acoplamento, o nível médio da forma de onda tendera a zero!!

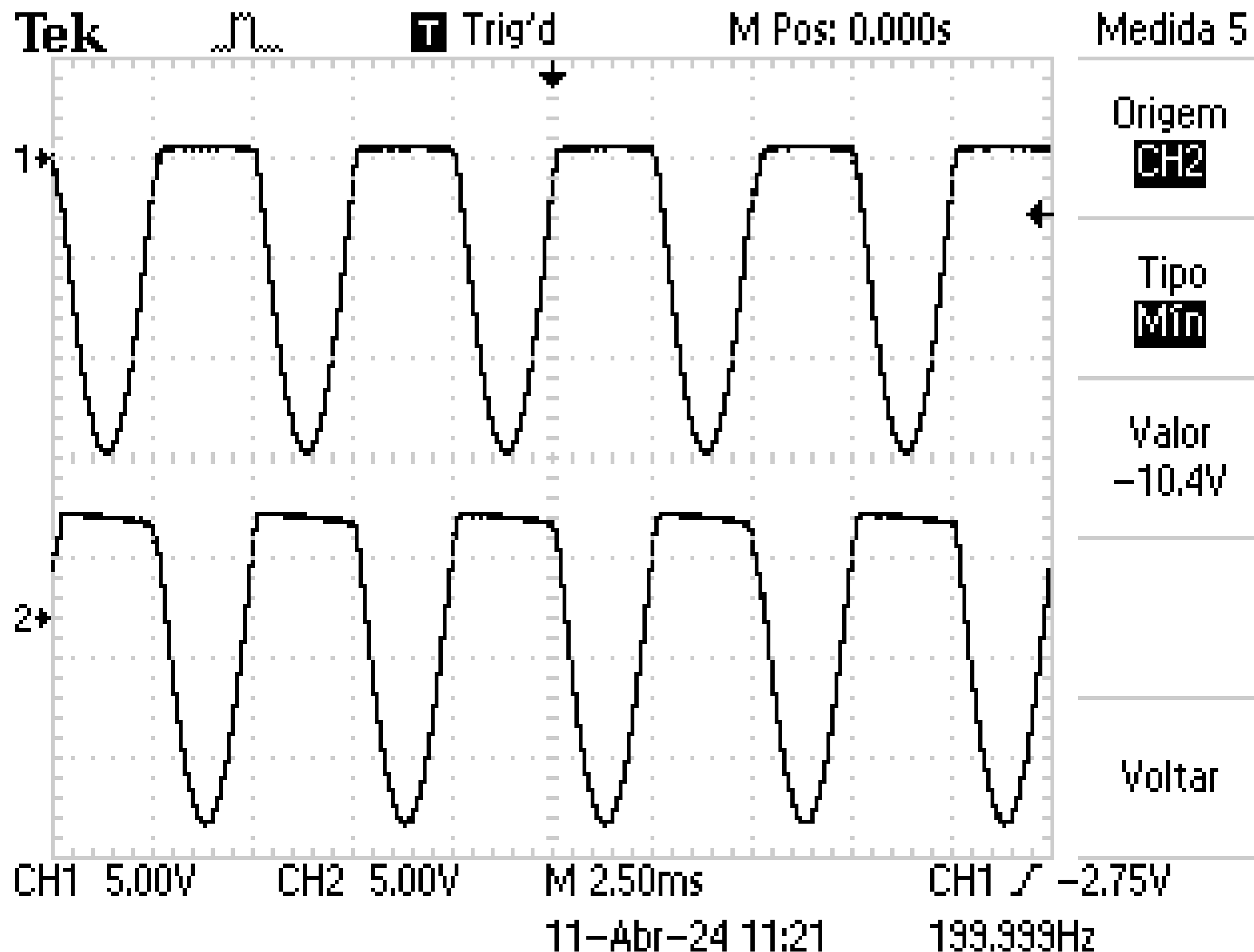
Independentemente da forma de onda o acoplamento a ser empregado é o DC.
O uso do acoplamento AC somente se o operador souber exatamente o que está realizando!





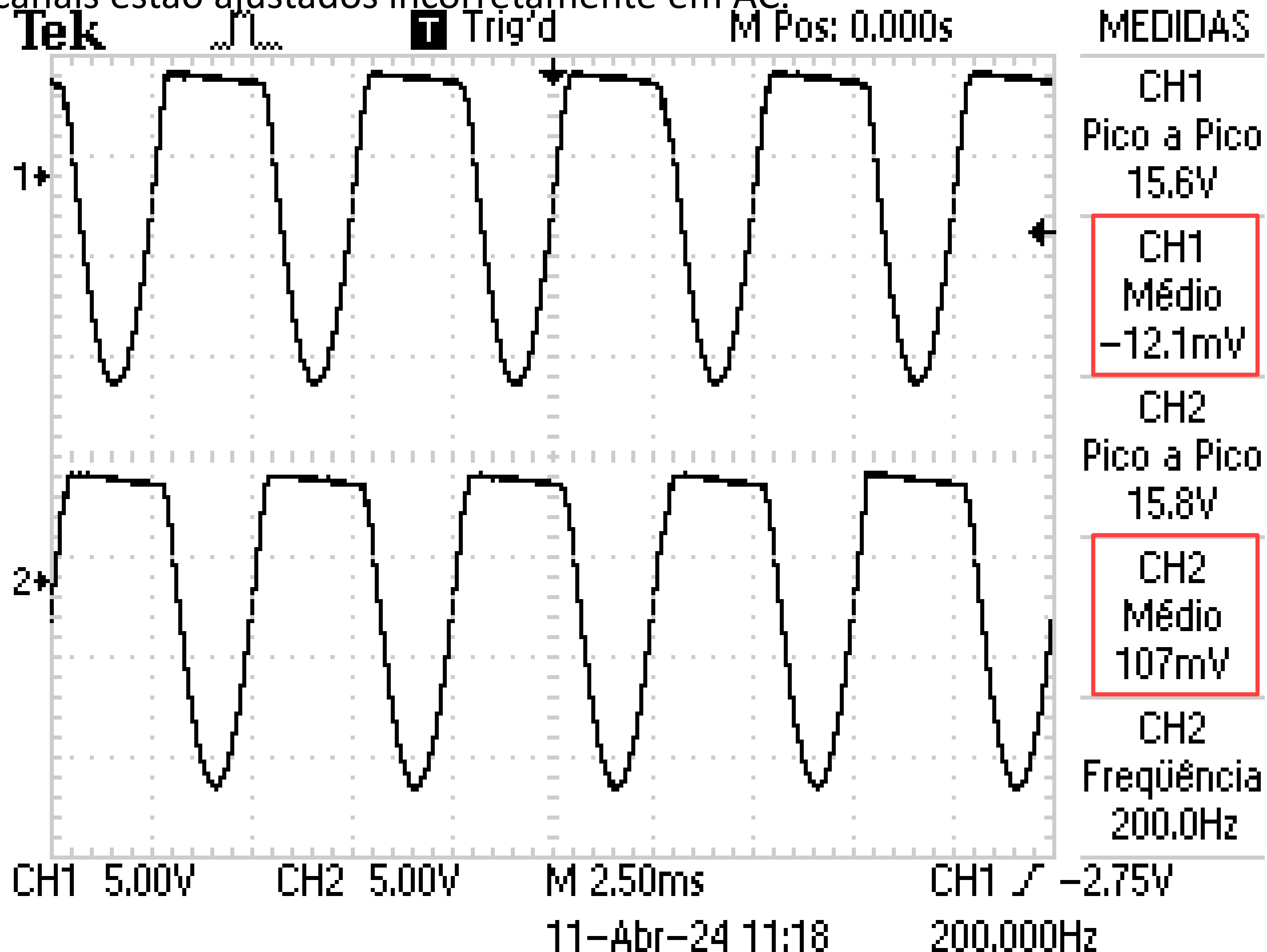
Acoplamento DC x AC no osciloscópio

Ilustra a forma de onda nos diodos de um retificador duplo de meia onda.
O canal 1 está ajustado corretamente e em DC.
O canal 2 está ajustado incorretamente em AC.



Acoplamento DC x AC no osciloscópio

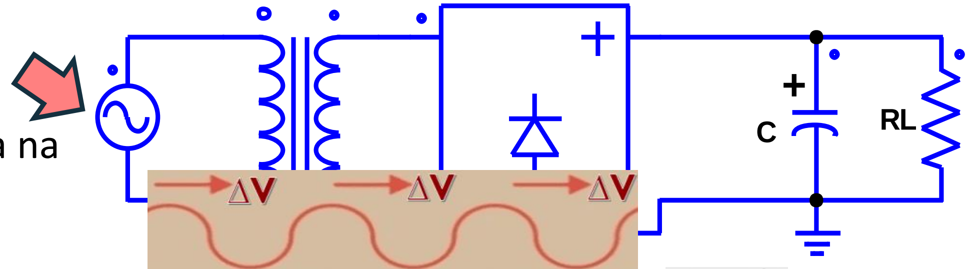
Ilustra a forma de onda nos diodos de um retificador duplo de meia onda.
Ambos canais estão ajustados incorretamente em AC.



Fatores que influenciam no nível da tensão de saída de uma fonte de alimentação

a) Variação de carga: manter a tensão na carga (cooler, Arduino, Raspberry), independentemente do seu valor.

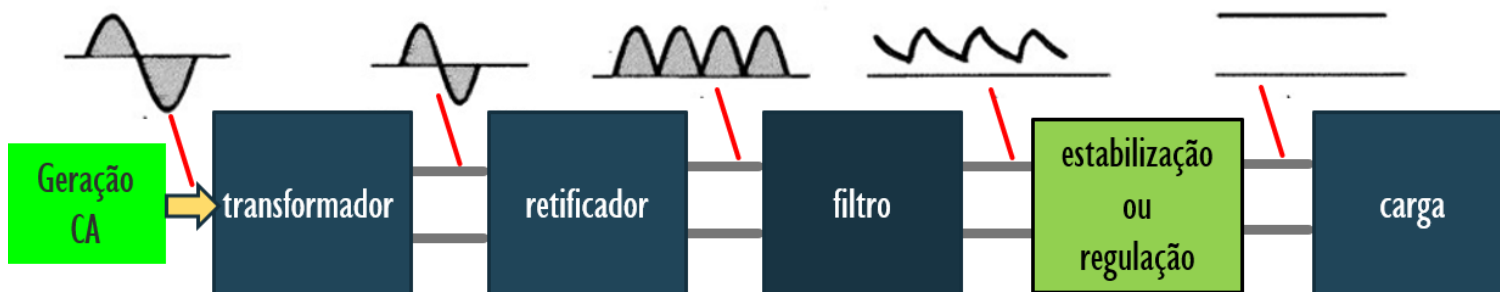
b) Variação de linha: mesmo que a tensão da concessionária varie, a tensão deve ser a mesma na carga.



c) Variação da temperatura: mudanças de temperatura altera o comportamento dos semicondutores, acarretando em variações nas fontes que são construídas com estes semicondutores.



Para que a tensão na carga seja mantida em níveis que proporcionem o bom funcionamento, é incluída a etapa da estabilização ou regulação. Nela, são incluídos componentes eletrônicos ou sistemas eletrônicos que deverão realizar esta tarefa.

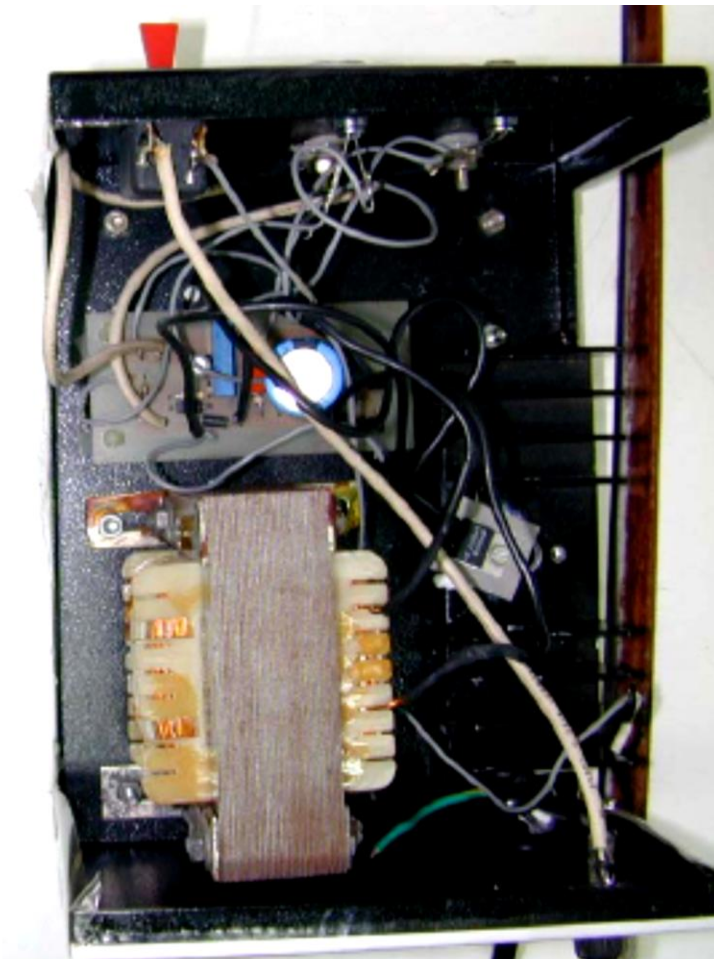


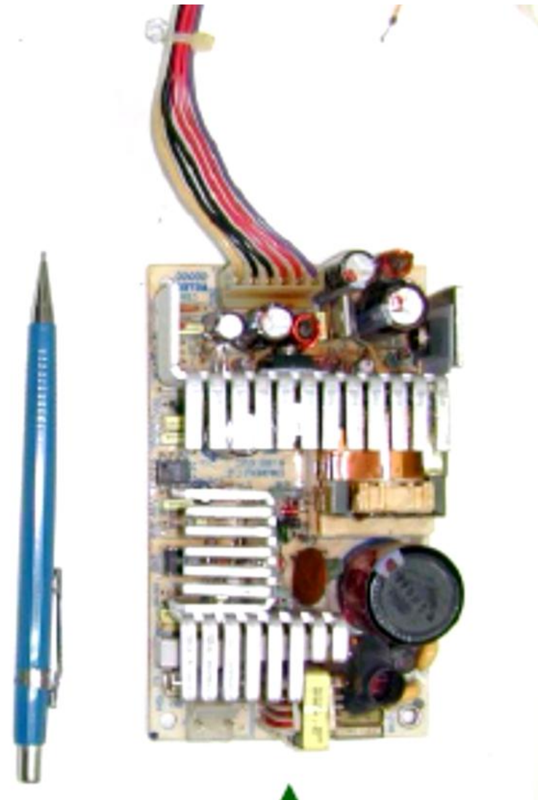
Leitura p. 3 a 5 da apostila disponível Repositório da Disciplina em https://moodle.utfpr.edu.br/mod/url/view.php?id=910125

Resumo dos sistemas de regulação

REGULAÇÃO	TIPO	PRINCÍPIO OPERAÇÃO
78 XX	Circuito integrado	XX indica a tensão CC positiva que a ser mantida constante. Limite da corrente a 1 A. Ex. 7805= 5 V
79 XX	Circuito integrado	XX indica a tensão CC NEGATIVA a ser mantida constante. Limite em 1 A. Ex. 7912 = -12 V. **A tensão de entrada deve ser negativa para a saída negativa**.
LM 317	Circuito integrado	Em conjunto com resistores apropriados permite ajusta da tensão entre 1, 25 V a 37 V. Imáx 1,5 A.
ZENER	Componente discreto	Tipo de diodo especial para operar na região de ruptura, onde a tensão A-K é mantida praticamente constante. Restrição a pequenas intensidades de corrente.
ZENER + TJB	Arranjo com os componentes	O zener integra um pré-regulador que fornece ao TJB a referência de controle. Esta composição permite níveis maiores de corrente.

Fonte Linear x Fonte Chaveada



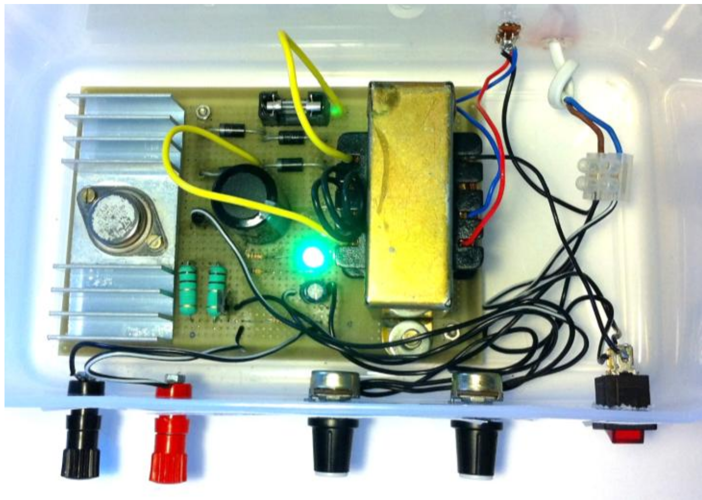


FONTE LINEAR – 29 W

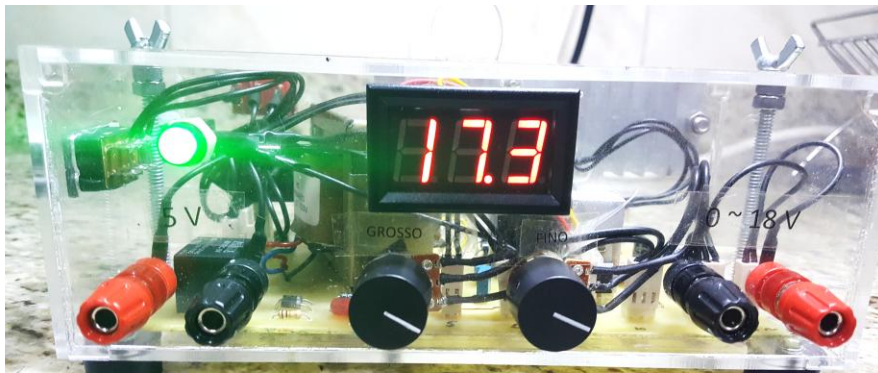
FONTE CHAVEADA – 65 W

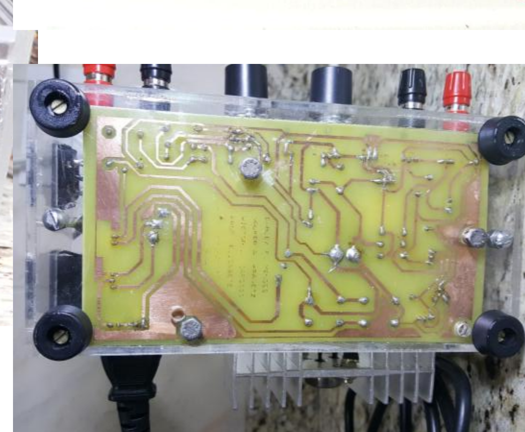
Créditos:
http://professorpetry.com.br/Ensino/Repositorio/Docencia_CEFET/Eletronica_Basica/2007_1/Aula_18.pdf

ATIVIDADE PRÁTICA SUPERVISIONADA: FONTE VARIÁVEL DE ALIMENTAÇÃO











Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Eletrotécnica
Laboratório de Amplificador Operacional e Semicondutores
Prof.ª Elisabete Nakoneczny Moraes

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA

UTFPR UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CURITIBA

https://moodle.utfpr.edu.br/course/view.php?id=13348&section=10

CONSTRUÇÃO DE UMA FONTE DE ALIMENTAÇÃO

DETALHAMENTO DA ATIVIDADE PRÁTICA SUPERVISIONADA (APS)

1. Caracterização da atividade

A APS consiste na montagem de uma fonte de alimentação CC linear variável em equipe. A equipe deve ser composta por no máximo 2 integrantes da turma de laboratório.

É entendido que os integrantes da equipe serão os mesmos que habitualmente desenvolvem as atividades prática. Qualquer alteração deverá ser comunicada à professora com no mínimo 10 dias antes da data final de entrega da APS, sendo: 05/02/25.

O diagrama eletrônico funcional da fonte é fornecido, anexo a esta instrução, porém fica ao critério da equipe optar pelo uso do esquema fornecido.

OBS: Caso seja usado outro esquema para a construção da fonte, a responsabilidade sobre o funcionamento fica a encargo da equipe.

O circuito eletrônico poderá ser montado em placa padrão ou em placa corroída.

Para auxiliar na construção da placa corroída, consulte a Playlist: CONSTRUÇÃO PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO que trata deste assunto de forma detalhada para cada uma das etapas, desde a elaboração do desenho das trilhas até a soldagem. Link: https://www.youtube.com/playlist?list=PLmu52myX9SATb_J4ZJLlyDlWhfVAjLesk

2. Requisitos mínimos exigidos para a pontuação da nota da APS.

1. Tensão de saída de 0 até 12V, 15V ou 18V. Corrente mínima na carga de 2 A. Sendo aceito no máximo 10 % na variação da tensão de saída a vazio e em carga, ou seja, a regulação deve ser Regulação ≤ 10 %.

$$Regulação(\%) = \frac{tensão\ sem\ carga - tensão\ plena\ carga}{tensão\ plena\ carga} . 100$$

2. O circuito eletrônico deverá estar encapsulado em caixa plástica (que denominamos como caixa patola, gabinete ou bastidor) para acomodar adequadamente um dispositivo eletroeletrônico.

OBS: O aspecto estético deve ser considerado nesse item.

3. Os potenciômetros de ajuste da tensão (ajuste fino e grosso) deverão apresentar marcação indicativa dos valores de tensão em intervalos aproximados de 2 V ou 3 V, conforme sugere a Figura 1.

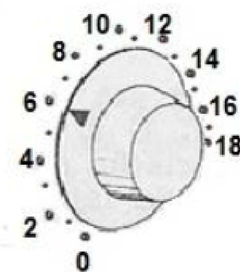


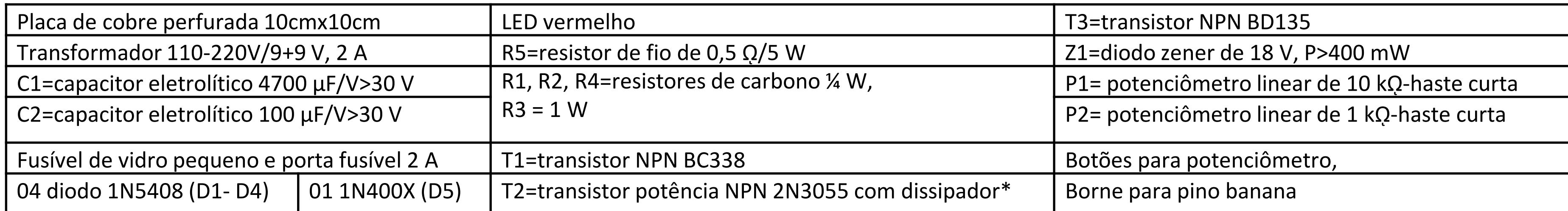
Figura 1: Máscara indicativa a ser prevista para os potenciômetros de ajuste da tensão.

4. O lado da solda deve estar visível no dia da apresentação final, ou seja, o aspecto da solda poderá ser verificado e, portanto, um requisito de avaliação.

5. **NÃO será aceito soldagem contínua dos componentes na placa perfurada**, como o exemplo na Figura 2. A forma para realizar a solda é ilustrada na Figura 3, independentemente de a equipe optar por usar uma placa padrão perfurada ou se utilizar uma placa de cobre, realizar o traçado e a corrosão.

O aspecto da solda deve ser brilhoso e uniforme. Como sugestão visualize este vídeo Construção Placa Circuito Im-

Circuito proposto para a Fonte de Alimentação Linear Variável



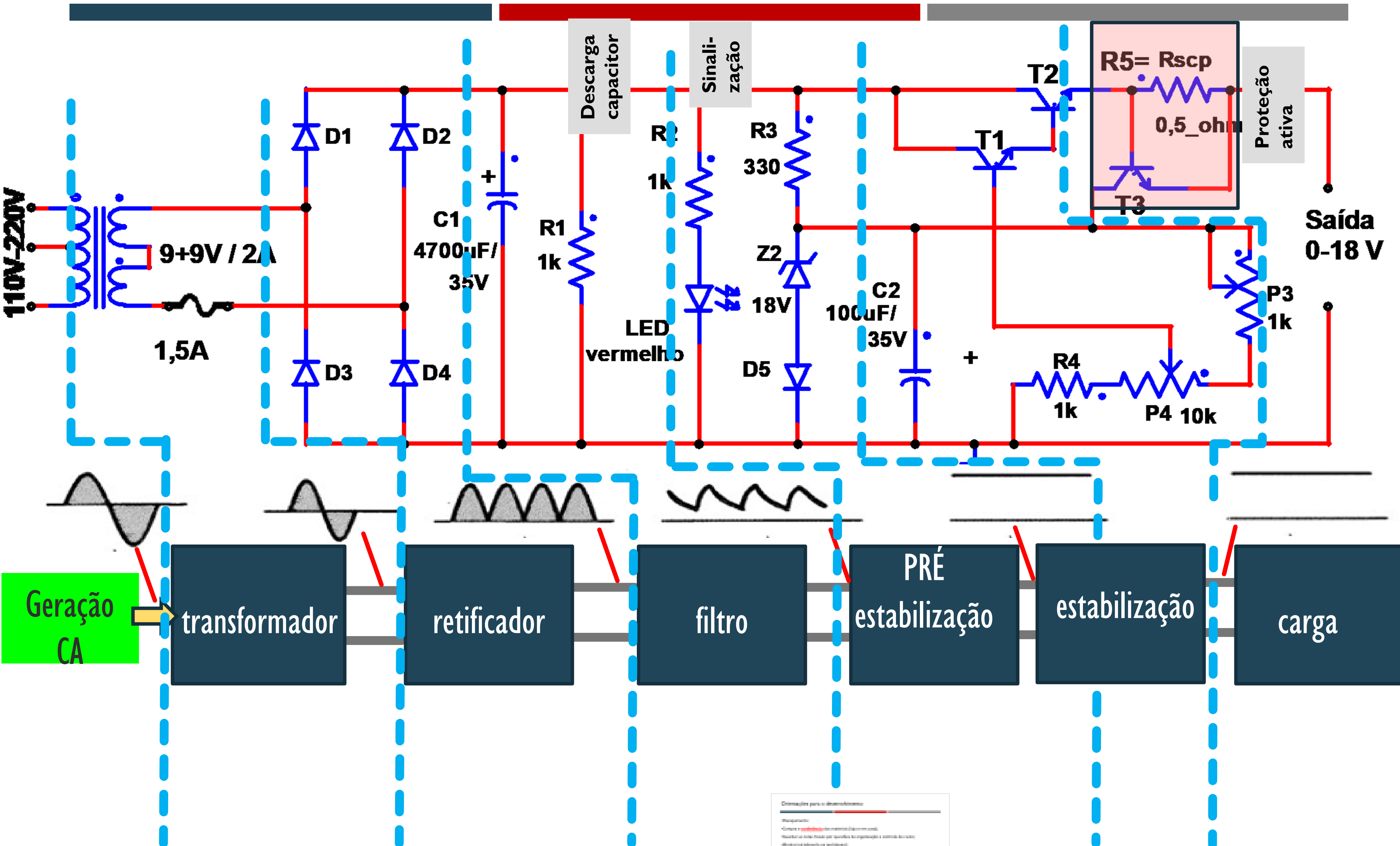
Placa de cobre perfurada 10cmx10cm	LED vermelho	T3=transistor NPN BD135
Transformador 110-220V/9+9 V, 2 A	R5=resistor de fio de 0,5 Ω/5 W	Z1=diodo zener de 18 V, P>400 mW
C1=capacitor eletrolítico 4700 μF/V>30 V	R1, R2, R4=resistores de carbono ¼ W, R3 = 1 W	P1= potenciômetro linear de 10 kΩ-haste curta
C2=capacitor eletrolítico 100 μF/V>30 V		P2= potenciômetro linear de 1 kΩ-haste curta
Fusível de vidro pequeno e porta fusível 2 A	T1=transistor NPN BC338	Botões para potenciômetro,
04 diodo 1N5408 (D1- D4) / 01 1N400X (D5)	T2=transistor potência NPN 2N3055 com dissipador*	Borne para pino banana

*Dissipador: preferencialmente adquirido com a mica e furação prévia-4 furos própria para o 2N3055. Observe a figura 3 ao lado.

(a) (b)

Figura 3: (a)dissipador com a furação de fábrica. (b) sem furação.

Circuito proposto para a Fonte de Alimentação Linear Variável



Vídeo operação



Agradecimentos:
Equipe:
Renan Queiroz e Diego Galo
1° sem 23

Orientações para o desenvolvimento

•Planejamento:

•Compra e **conferência** dos materiais (loja e em casa);

•Guardar as notas fiscais por questões de organização e controle de custo;

•Montar inicialmente na protoboard;

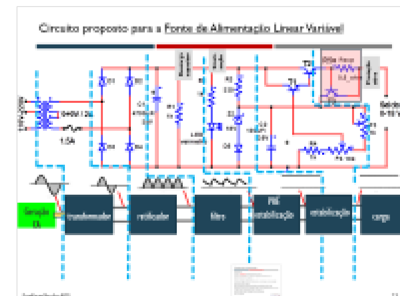
•Montar por estágios, verificar o funcionamento e somente após a correta operação passar para o próximo estágio;

•NÃO RECOMENDO A MONTAGEM INTEGRAL PARA SOMENTE APÓS TESTAR.

•Na etapa do transistor com o dissipador, realize o teste de verificação sem o T2 e sem o T3. Após verificar o funcionamento com o T2, inclua o T3.

•Soldar por partes, testar e prosseguir com as novas etapas;

•Filmar e fotografar.



Vídeos para consulta


Relatório equipe Amanda Laisa e Marcus Vieira
https://sites.google.com/view/elisanm/eletr%C3%B4nica-1/material-complementar#h.ae3z9emsjii0

Acidente com o transistor
https://www.youtube.com/watch?v=Dp894y_PzRg

Equipes que optarem por fazer a placa consulte a Playlist:

CONSTRUÇÃO PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO que trata deste assunto de forma detalhada para cada uma das etapas, desde a elaboração do desenho das trilhas até a soldagem.

https://www.youtube.com/playlist?list=PLmu52myX9SATb_J4ZJLlyDlWhfVAjLesk

Datas importantes para a turma S25

Etapa1→20 %: **Data limite apresentação até o dia 21/11/24,** para o protótipo na matriz de contatos etapa do pré regulador que consiste no ramo formado por R3+Z2+D5. .

Etapa2→30 %: operação do circuito eletrônico já soldado e em funcionamento integral ou parcial fora do gabinete.

S24→ 18/12/24

S25→ 19/12/24

S26→ 17/12/24

Etapa3→50 %: entrega final com defesa oral conforme os requisitos dispostos no item 2 das orientações preliminares da construção da fonte disponível no bloco: https://moodle.utfpr.edu.br/course/view.php?id=13348&section=10

S24→ 26/02/25

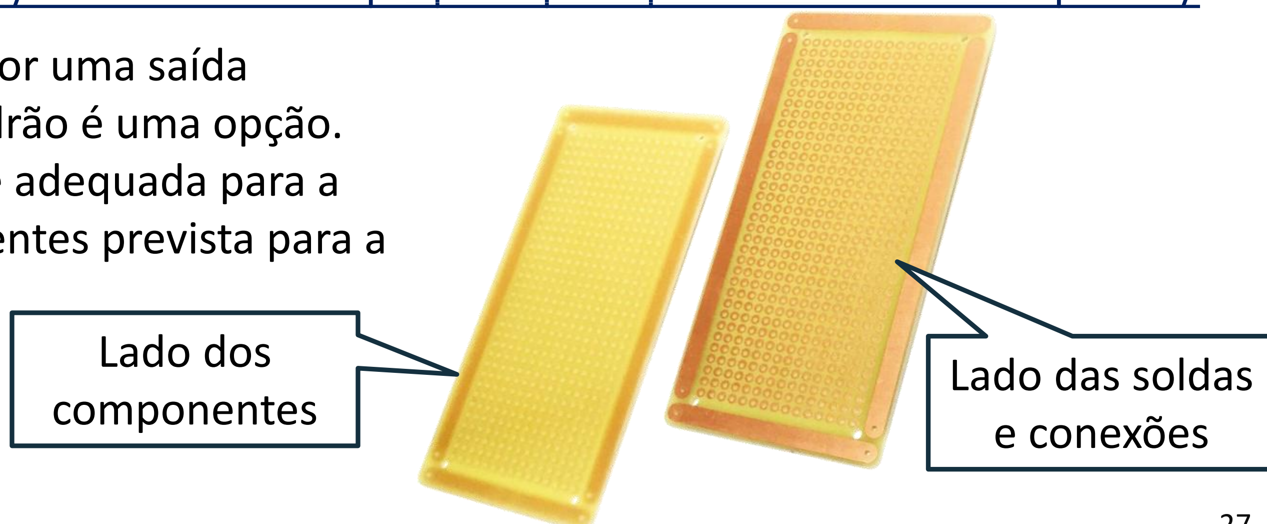
S25→ 27/02/25

S26→ 25/02/25

Sustentação dos componentes eletrônicos- placa padrão

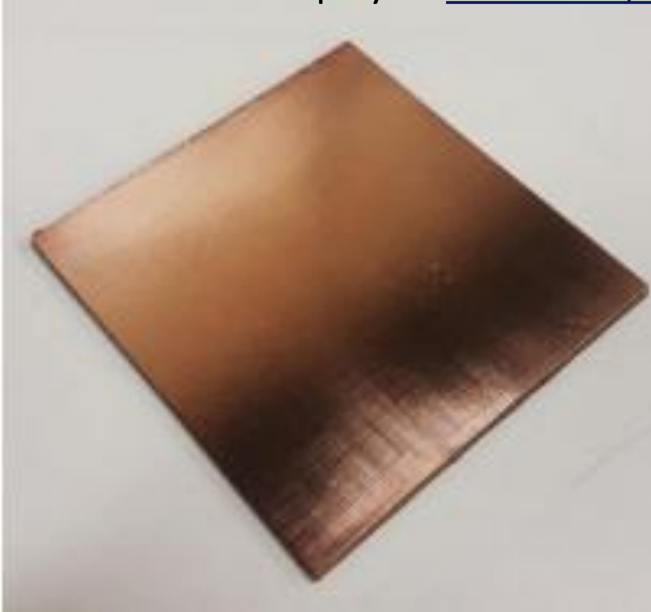
A maneira simplificada de montar e interligar componentes eletrônicos é pelo uso da placa padrão que é vendida por tamanho, contém furos que podem estar ou não interconectados eletricamente. Na sequência dos slides são exemplificadas.
A outra forma é fazer uma placa dedicada de circuito impresso. Nesta opção será necessário elaborar o leiaute das trilhas e componentes em uma placa de cobre e providenciar a corrosão.
É uma atividade interessante, porém irá demandar uma dedicação para o desenvolvimento de etapas adicionais, como: uso de um Software específico para o desenho (KiCad➔free), depois a gravação das trilhas no lado do cobre, corrosão e a furação!
Sugiro este link para entender esta sequência de ações:
https://blog.fazedores.com/como-fazer-suas-proprias-pcbs-placas-de-circuito-impresso/

Desta forma, se optar por uma saída simplificada, a placa padrão é uma opção. O tamanho 10 x 10 cm é adequada para a quantidade de componentes prevista para a FAL proposta.

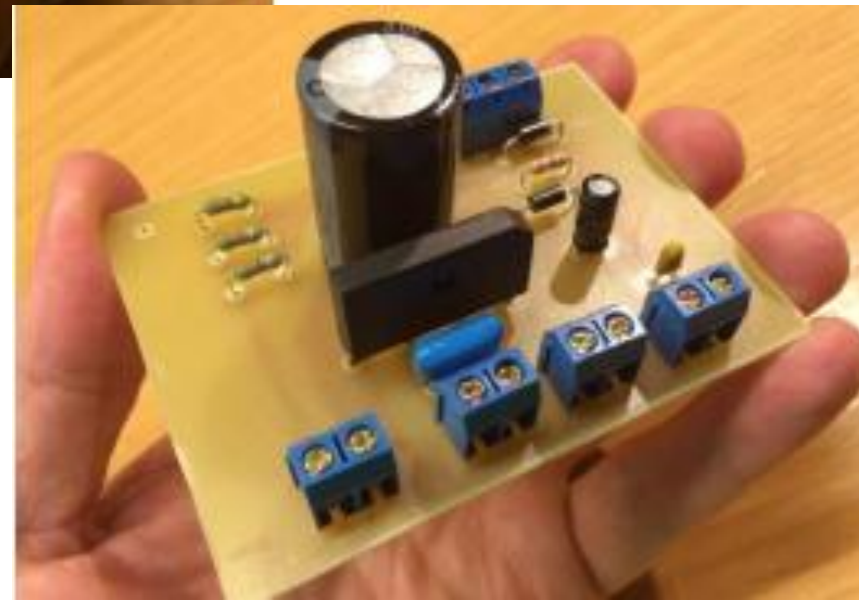


Placa circuito impresso dedicada para a fonte

- Roteiro para confecção da PCI por Camila Amorim Zenkner
https://drive.google.com/file/d/1zwuRZFHqNcbnjxu8K5S8I-paQ5_bljrr/view
- Parte 3 da playlist CONSTRUÇÃO PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO







Furador placa de circuito impresso

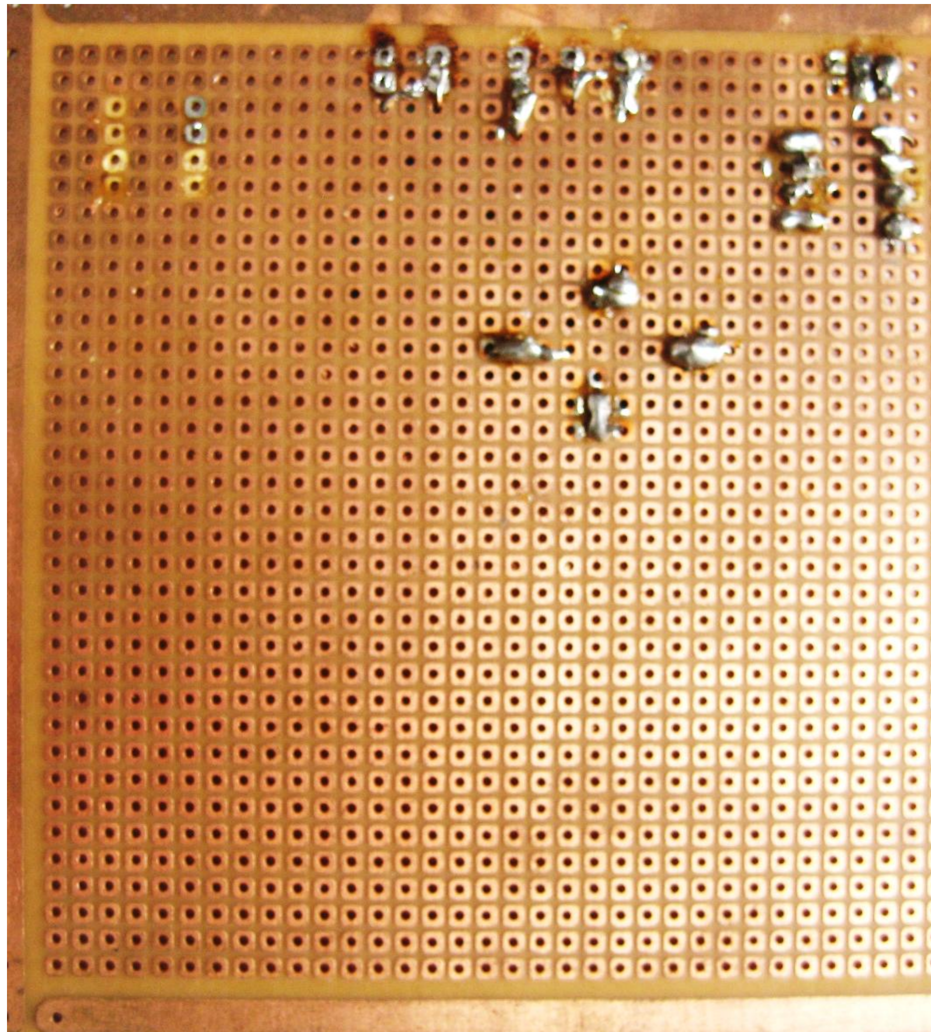


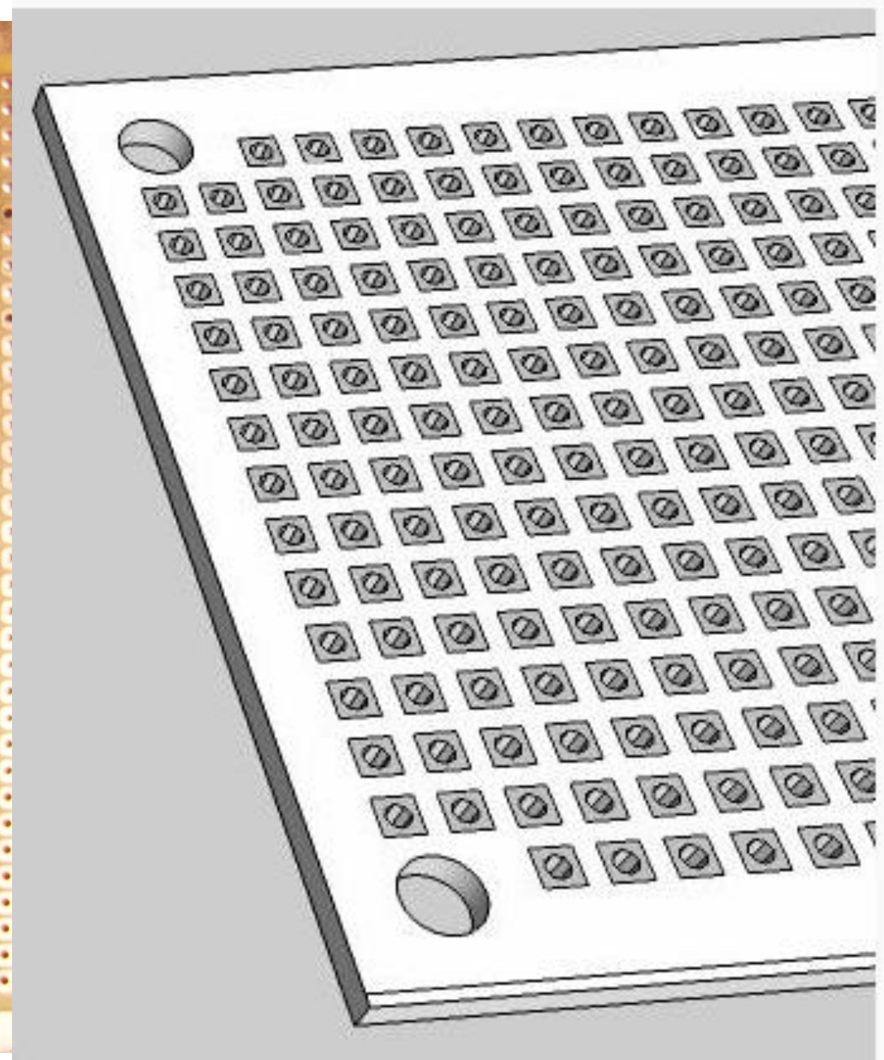


Placa padrão ilhada

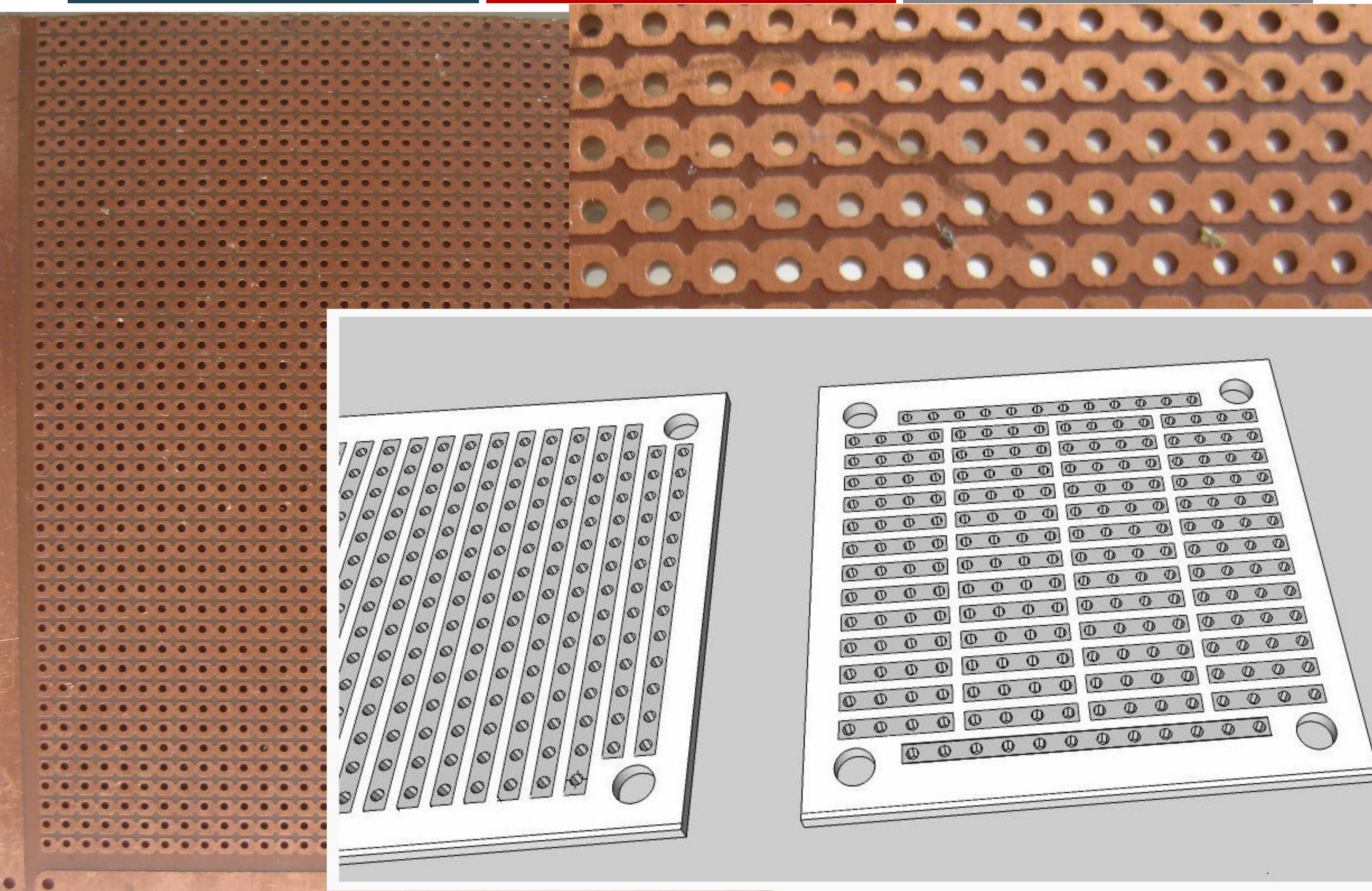
Placa em que o circuito será montado.

Placa perfurada ilhada 10x10cm



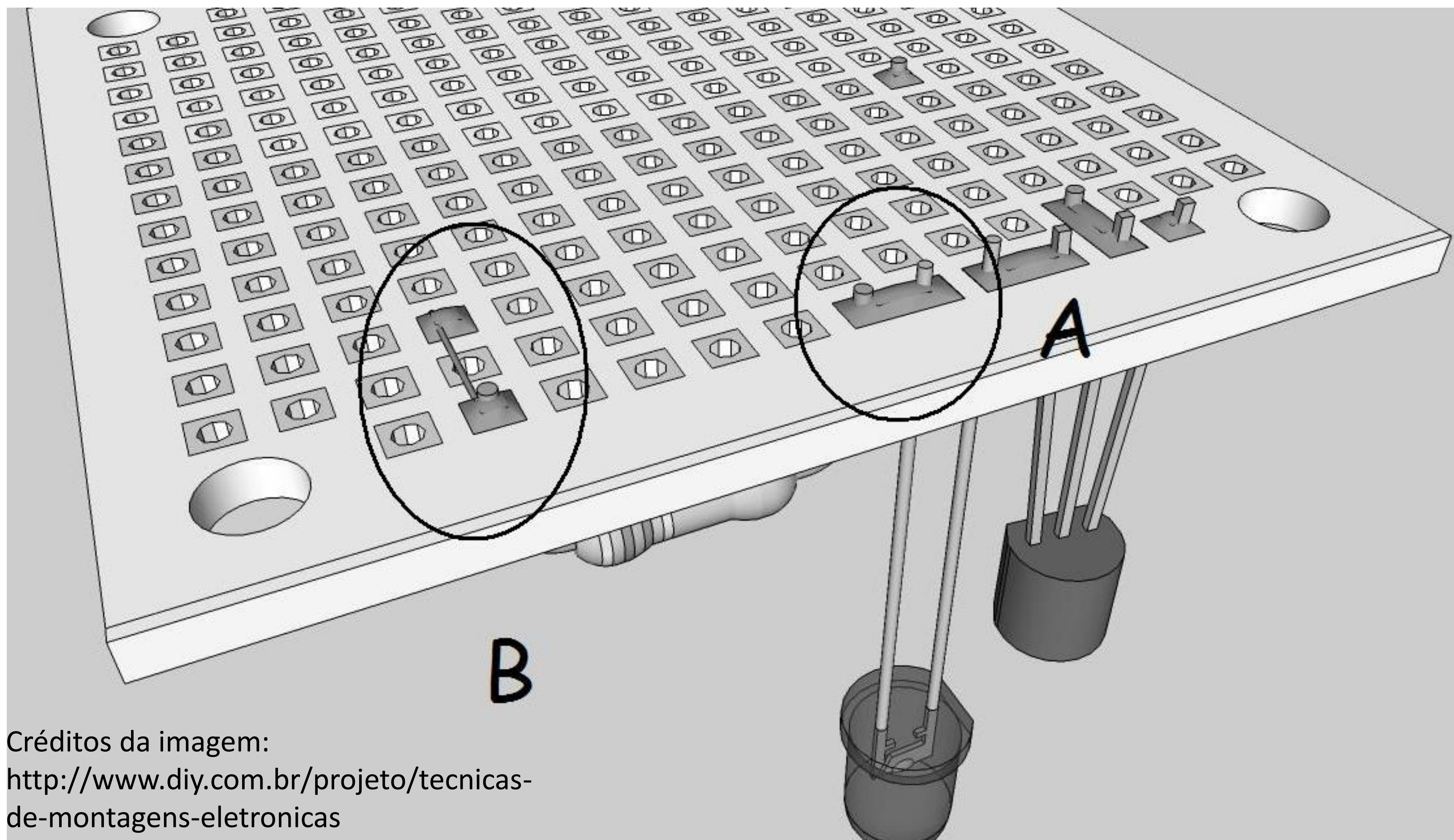


Placa padrão contínua



Disposição componentes na placa

Dispor a placa perfurada sobre um isopor e fazer a distribuição dos componentes para prever o leiaute.



Créditos da imagem: http://www.diy.com.br/projeto/tecnicas-de-montagens-eletronicas

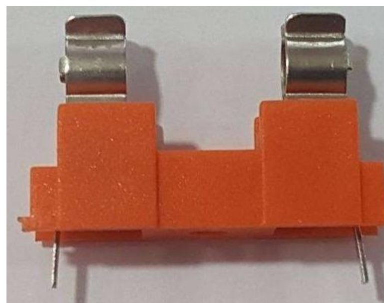
Fusível e porta fusível



Modelo que fica no painel frontal ou traseiro para o usuário realizar a troca sem precisar acessar o circuito eletrônico.



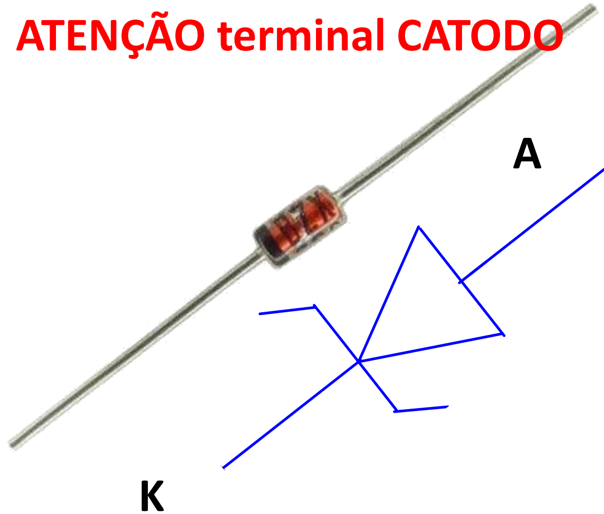
Neste modelo, o porta fusível é encaixado e soldado na placa de circuito impresso ou na placa padrão.
Para efetuar a troca, é necessário ter acesso ao circuito eletrônico.





Dicas e cuidados com a notação

ATENÇÃO terminal CATODO



KNOB

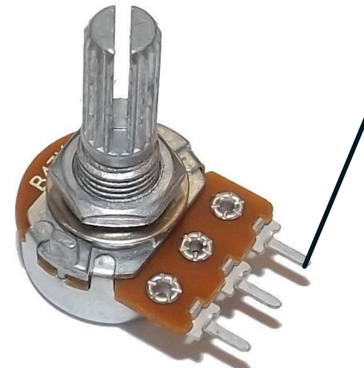




Haste curta



Haste comprida



Não é indicado para esta aplicação



Conectores

Bornes que auxiliam na emenda de fios ou jumpers sem a necessidade de soldar um dos lados do componente.

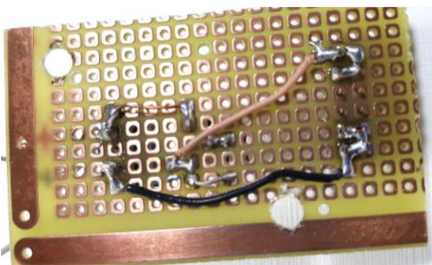
São chamados nas eletrônicas por bloco de terminais 2 vias ou KR2 (o da esquerda) e bloco de terminais 3 vias ou KR3.

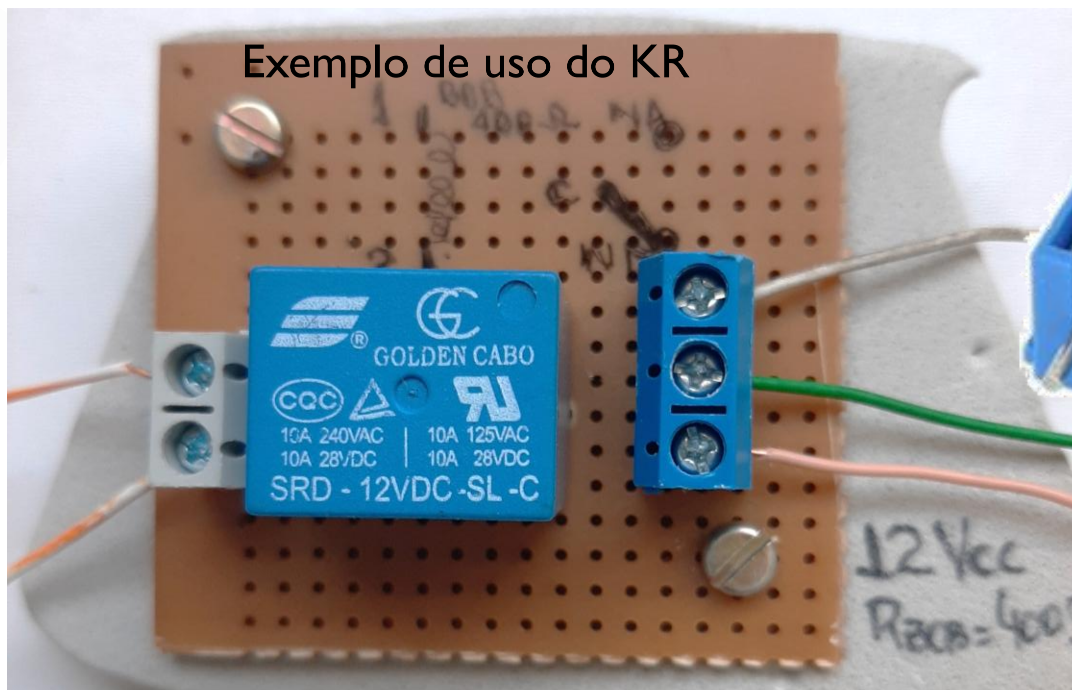
São feitos de modo que nas laterais se encaixam formando outros arranjos.





Este lado é inserido na placa padrão, para fazer contato com a ilha cobreada no lado do cobre.







Bastidor, gabinete, caixa plástica ou patola







Exemplo montagem



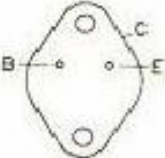




Montagem e fixação transistor de potência no dissipador-T2=2N3055

Fixação do T2 (2N3055):

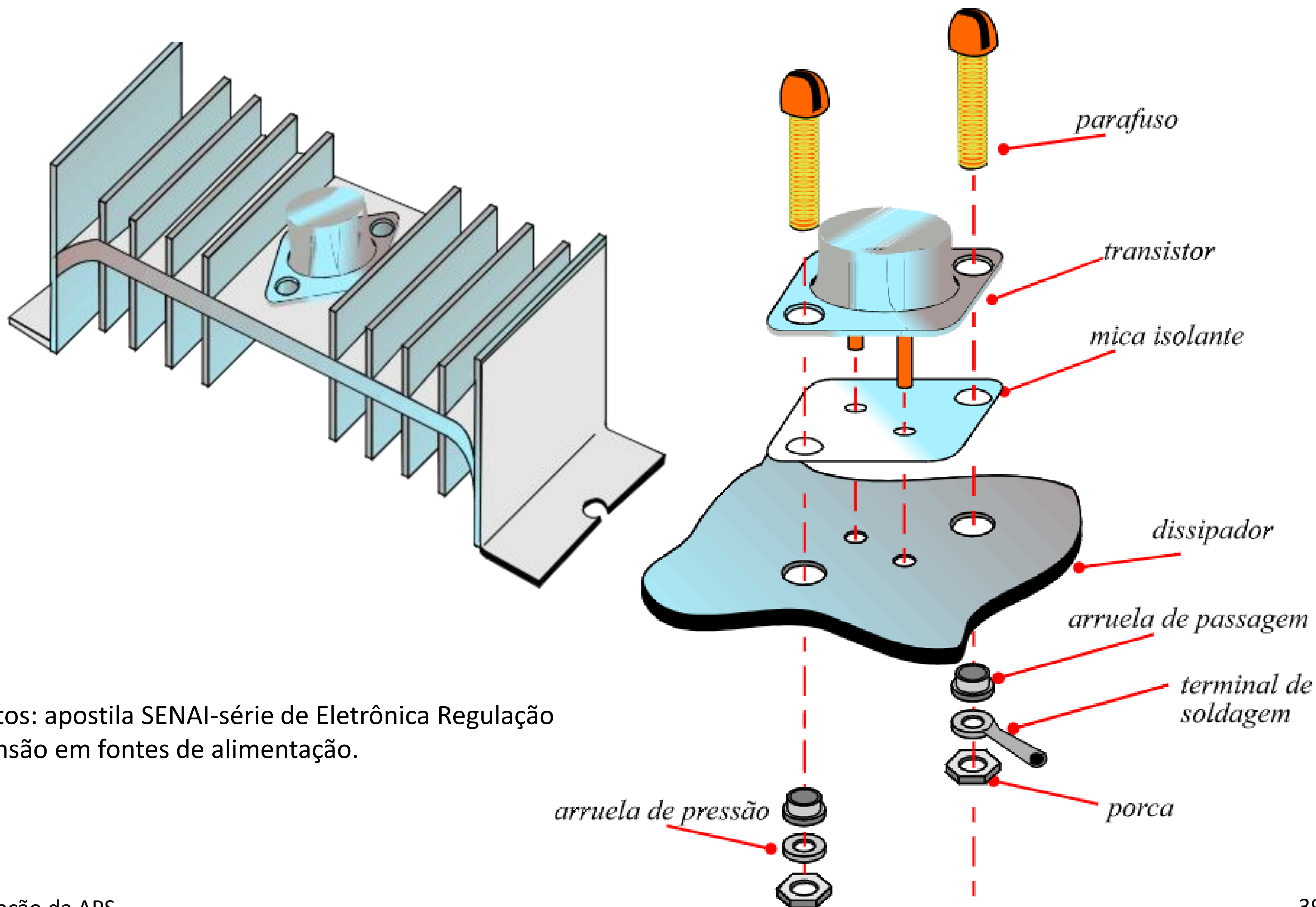
T6
TERMINAL PARA CONTATO DO COLETOR
BUCHA DE BAQUELITA
DISSIPADOR TÉRMICO
PORCA M4
ARRUELA METÁLICA
T7
ISOLADOR DE MICA
PARAFUSO M4 x 10mm



http://www.youtube.com/watch?v=hNRacVQRgBc

http://forum.clubedohardware.com.br/topic/871394-fonte-de-alimenta%C3%A7%C3%A3o-ajust%C3%A1vel-12-a-20v-x-10a-primeira-parte-montagem

Montagem e fixação do transistor 2N3055



Créditos: apostila SENAI-série de Eletrônica Regulação de tensão em fontes de alimentação.

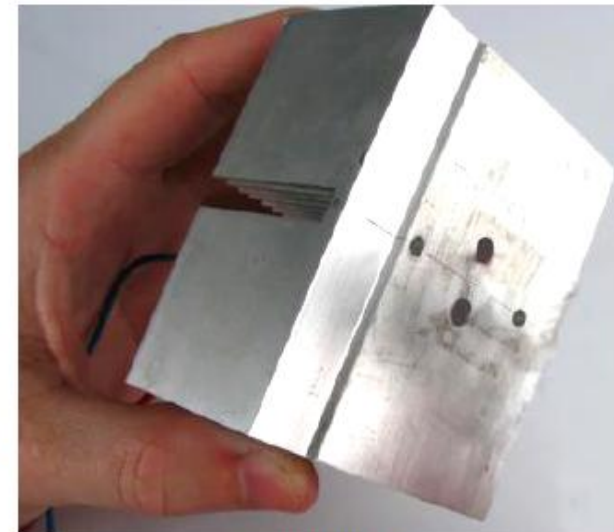
Fixação transistor de potência no dissipador

Preparando o dissipador de calor para receber o Transistor 2N3055

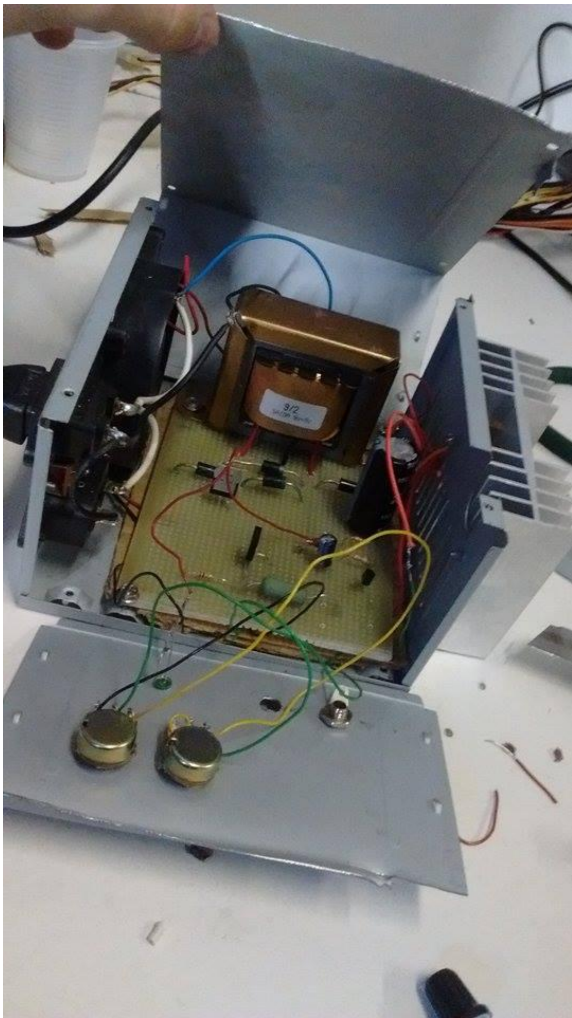
Se você estiver usando um cooler retirado de um computador danificado, será preciso fazer os furos para adaptação do Transistor 2N3055. Use o Transistor para marcar os locais dos orifícios que serão usados para a fixação do transistor no cooler. Com uma régua, faça mais duas marcações onde serão feitos dois orifícios largos por meio dos quais serão introduzidos os fios soldados nos terminais do Transistor.

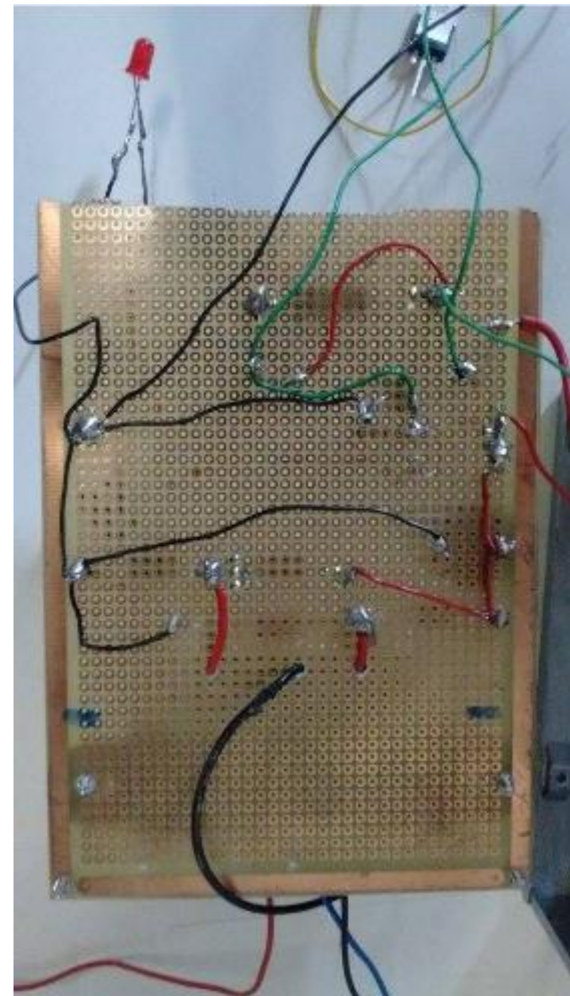

Marcando as posições dos orifícios do cooler


Furando o cooler com brocas de metal


Cooler furado

Fotos ilustrativas

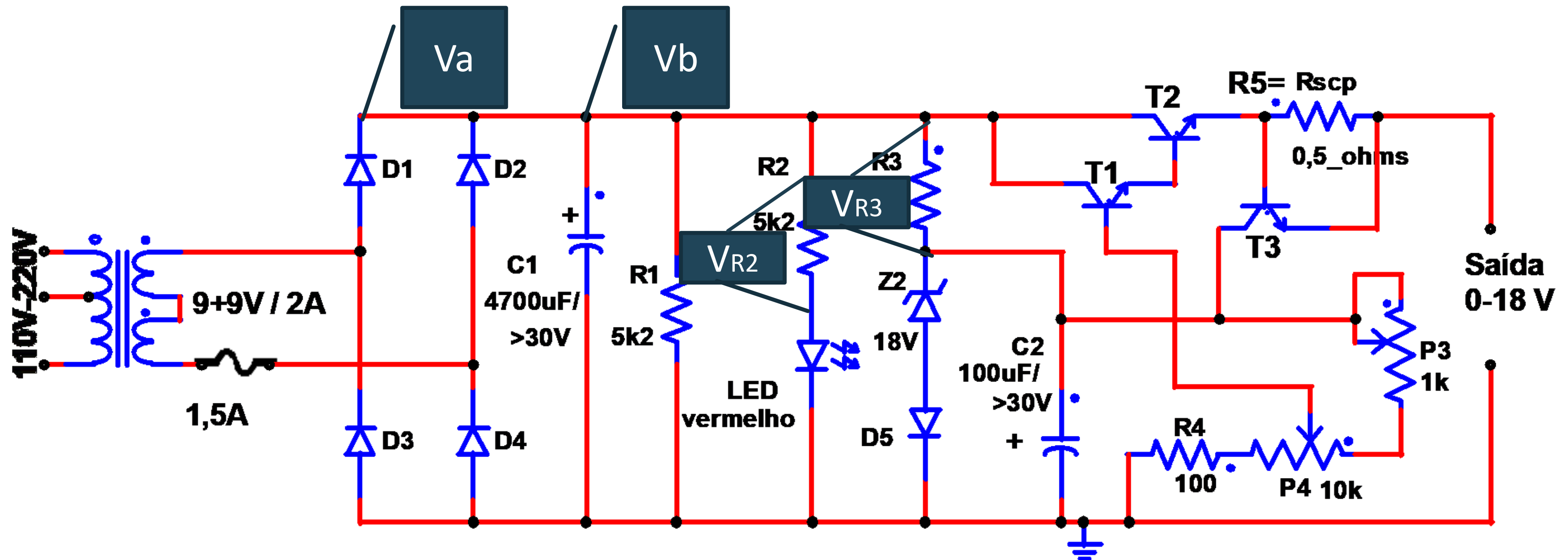






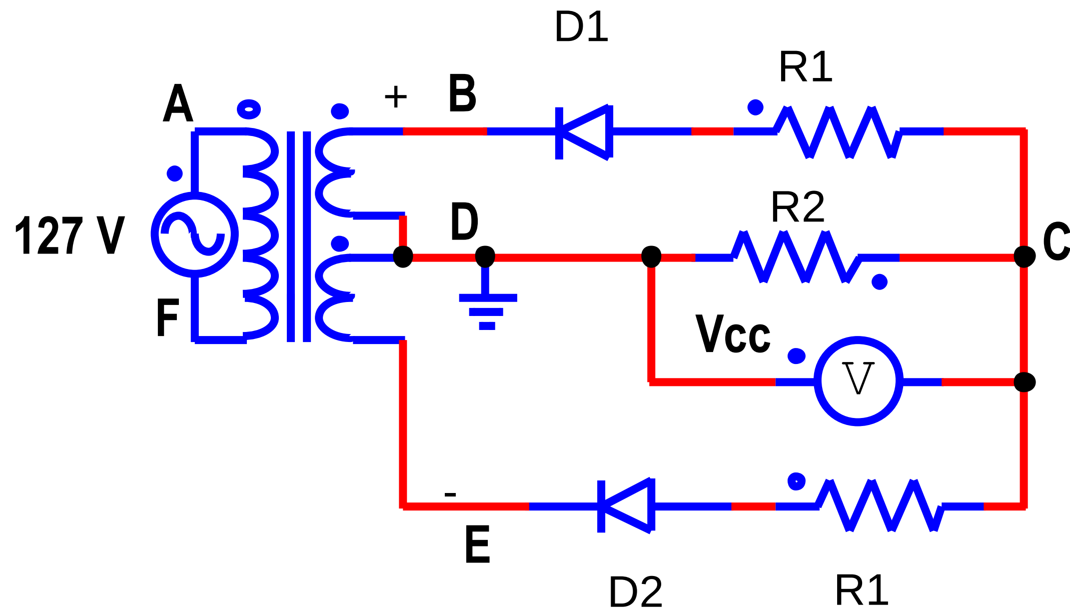
Exercício

Calcule a tensão aproximada nos pontos indicados.

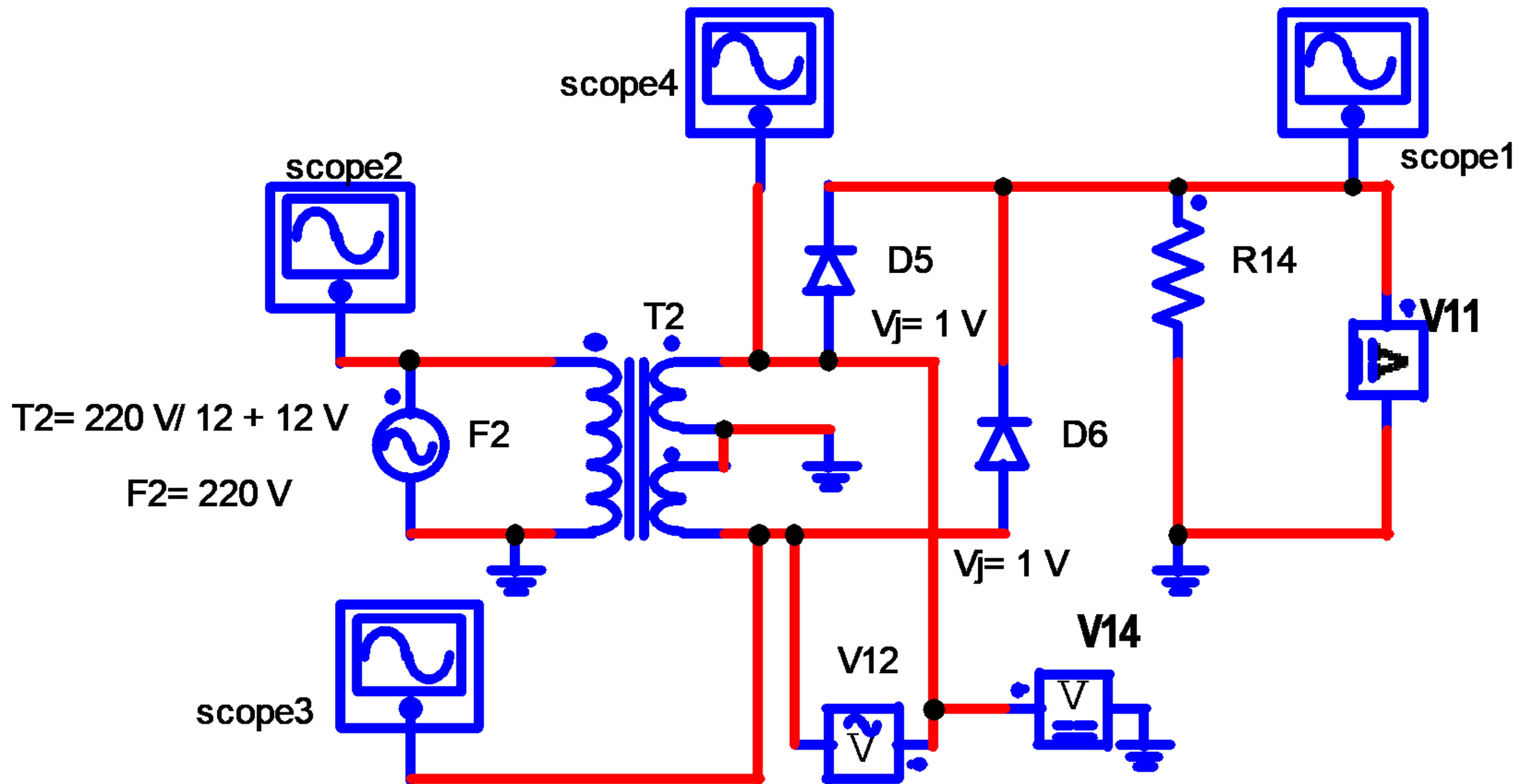


Exercício 1

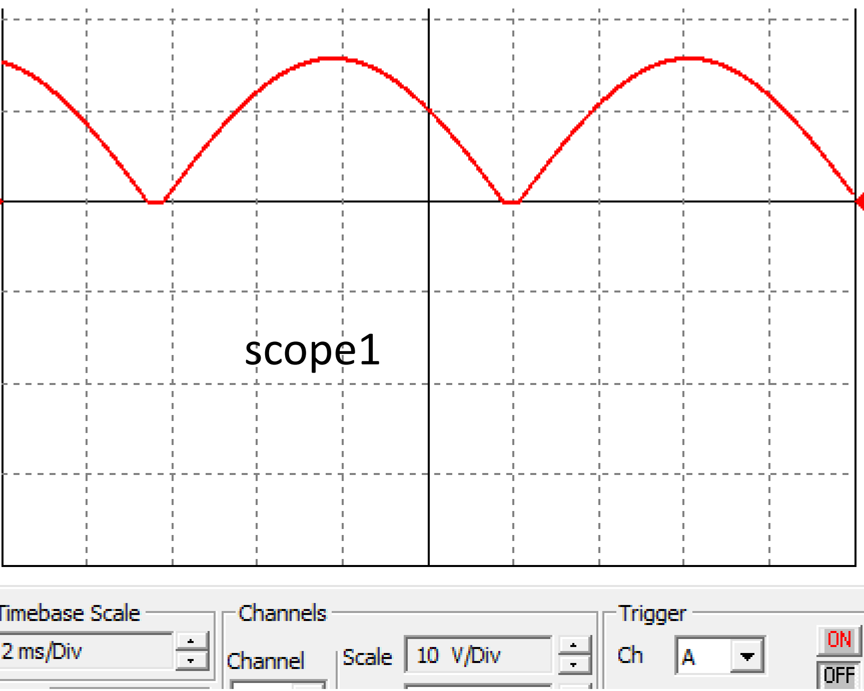
Qual é o valor da tensão medida sobre R2 por um MD em Vcc. $V_{BD} = V_{ED} = 9$ V. R1= 2 R2

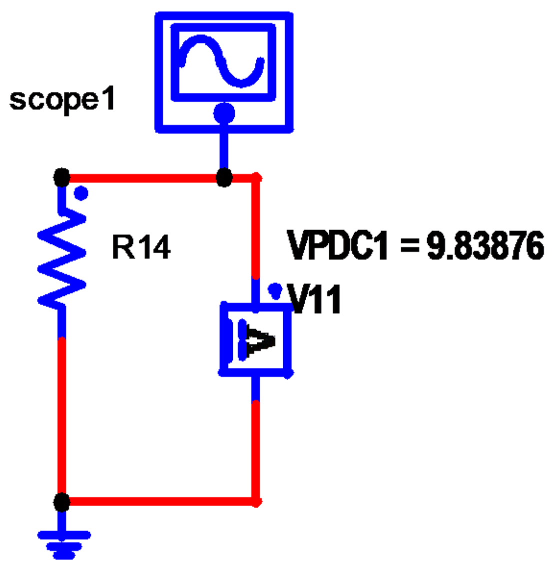


Ex2-Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos.

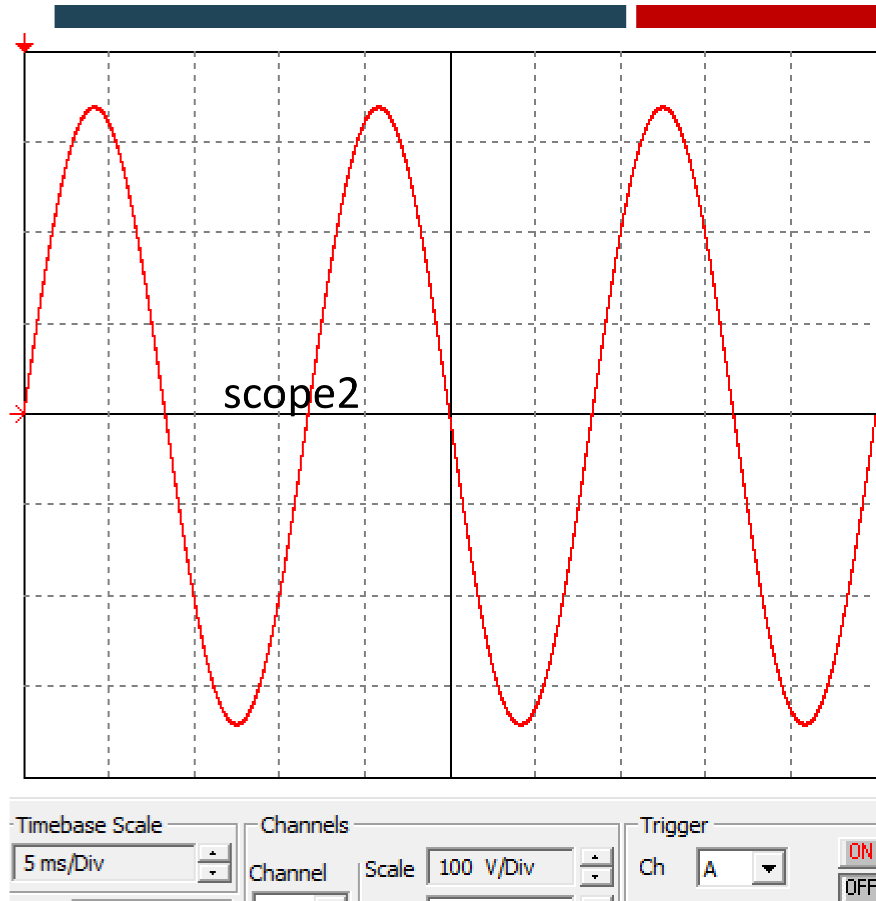


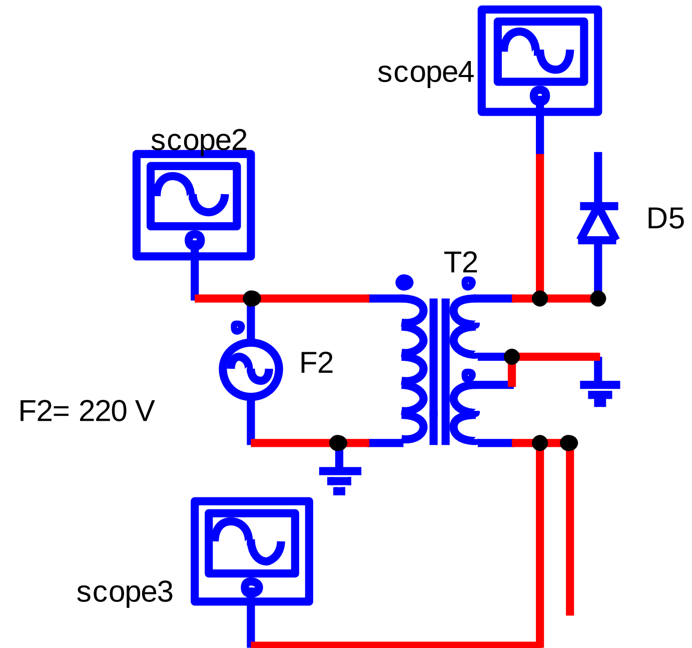
Resposta Ex2: Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos.



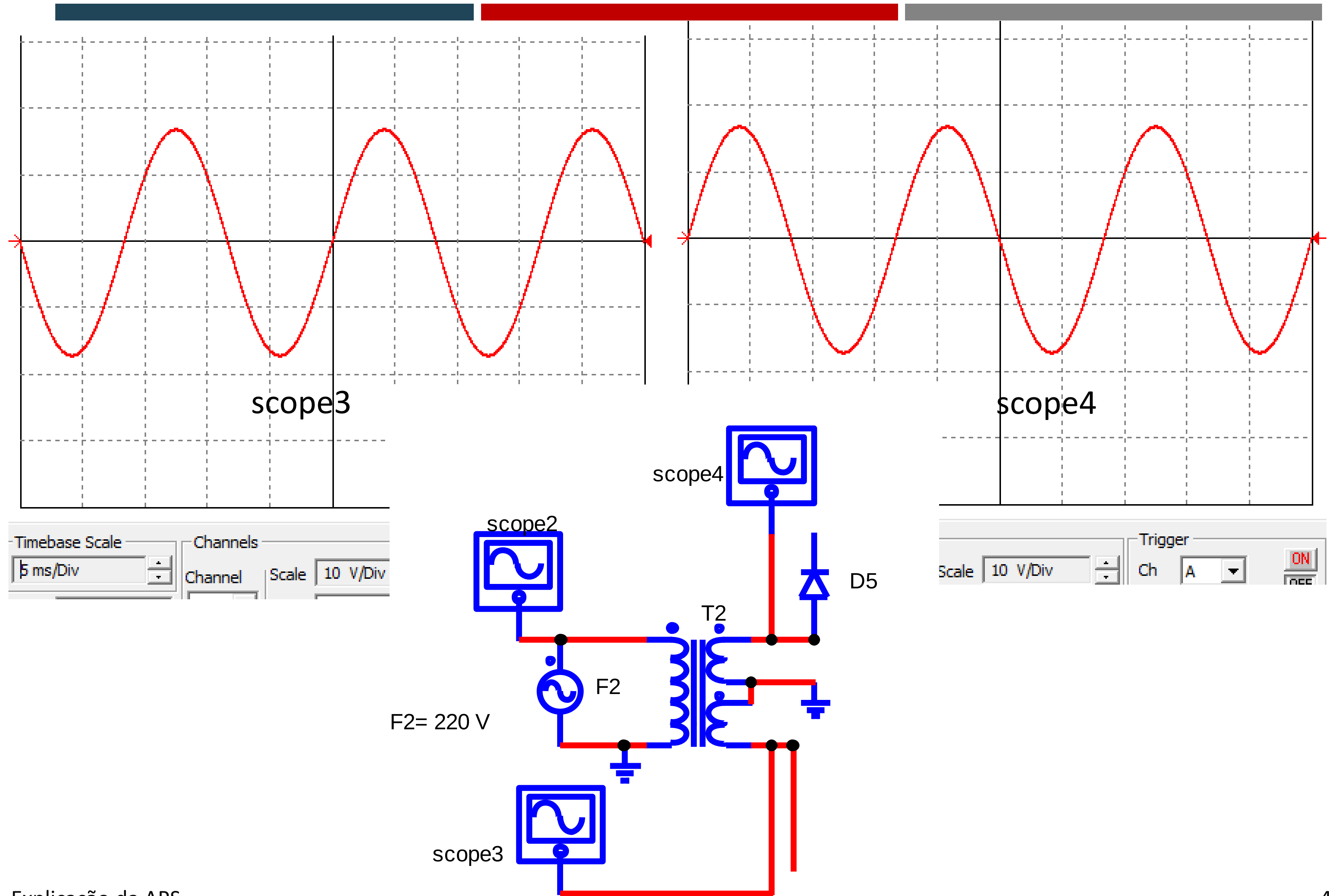


Resposta Ex2: Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos.

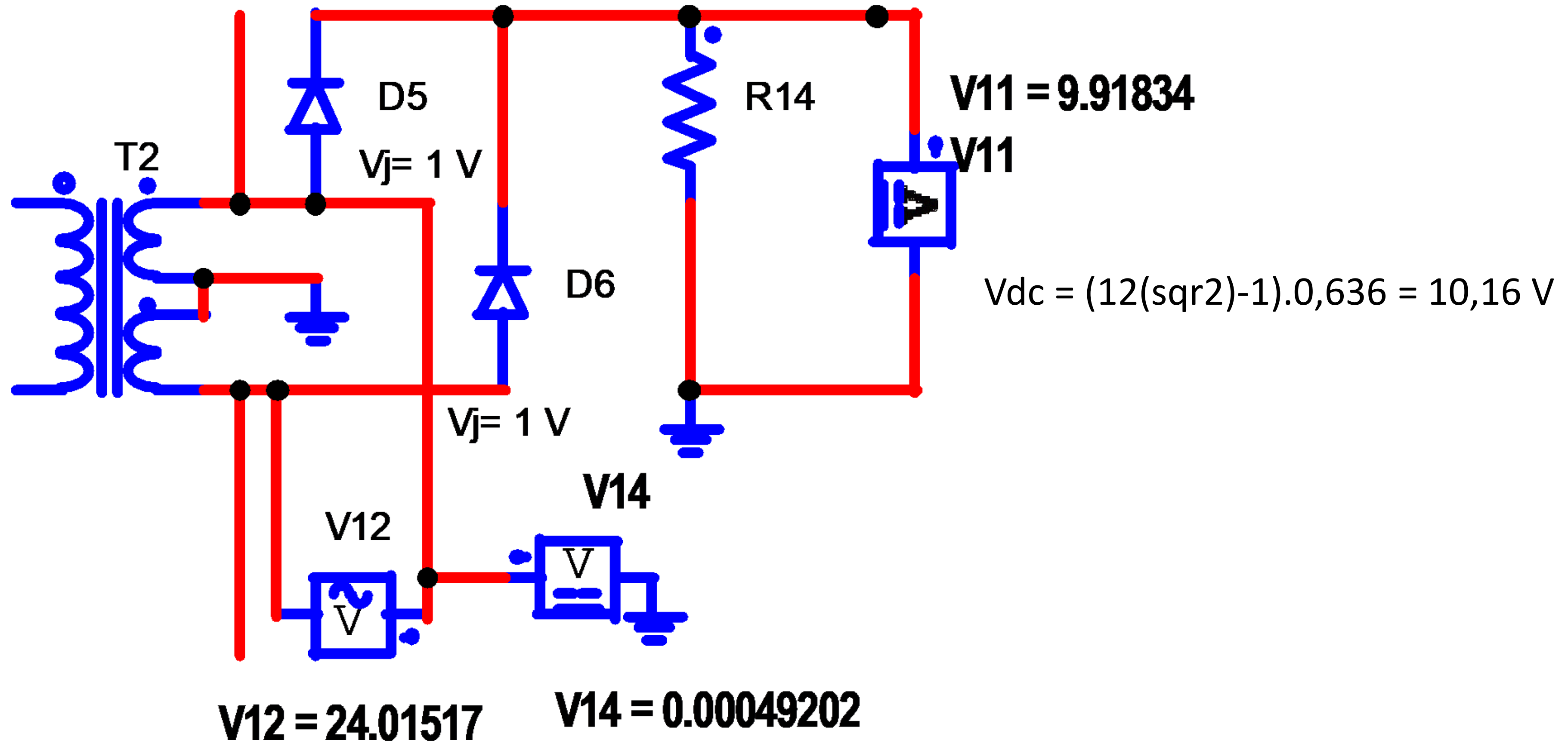




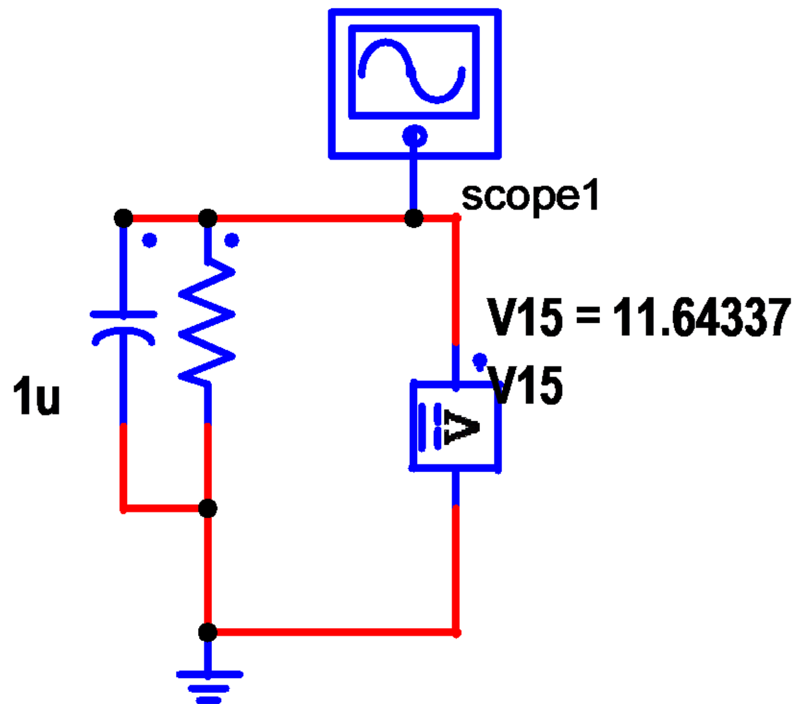
Resposta Ex2 : Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos.



Resposta Ex2 : Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos.



Resposta Ex2.1: Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos COM FILTRO

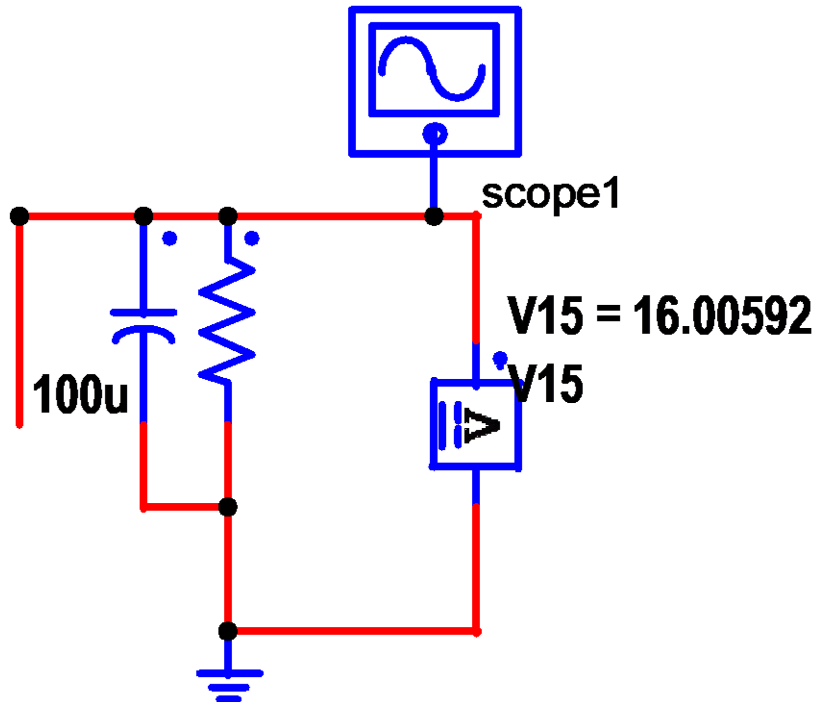


scope1

Timebase Scale
2 ms/Div
Name SCOPE11
Color
Save
Help
Channels
Channel A
Scale 5 V/Div
Offset 0
Auto scale
Color
DC AC Gnd
Trigger
Ch A
ON
OFF
Once
Level 0
Delay 0

Vdc = (12(sqr2)-1).0,6~~3~~6 = 15,97 V

Resposta Ex2.1: Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos COM FILTRO



Scope1 acoplamento DC

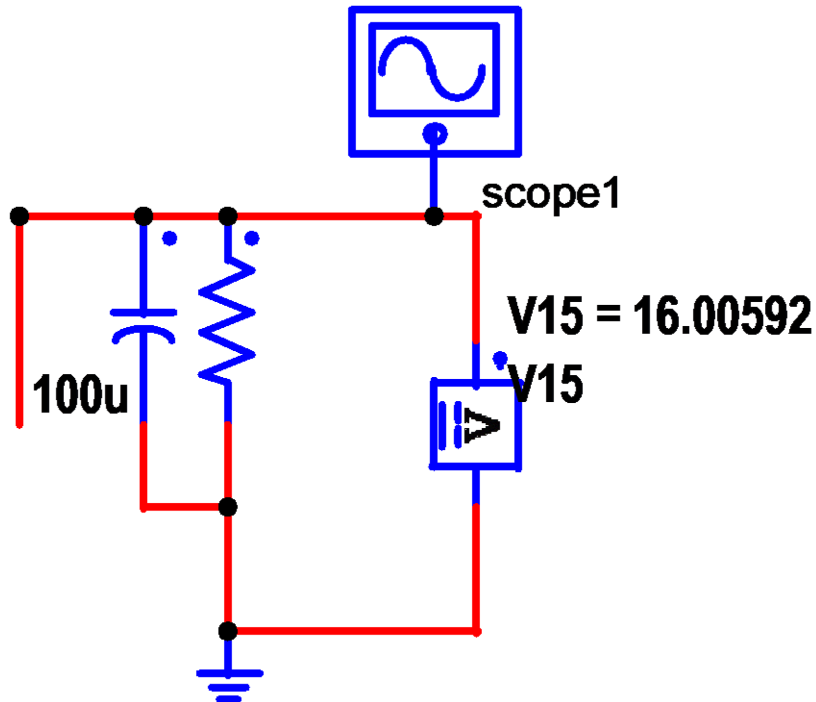
Timebase Scale: 2 ms/Div
Name: SCOPE11
Color | Save | Help

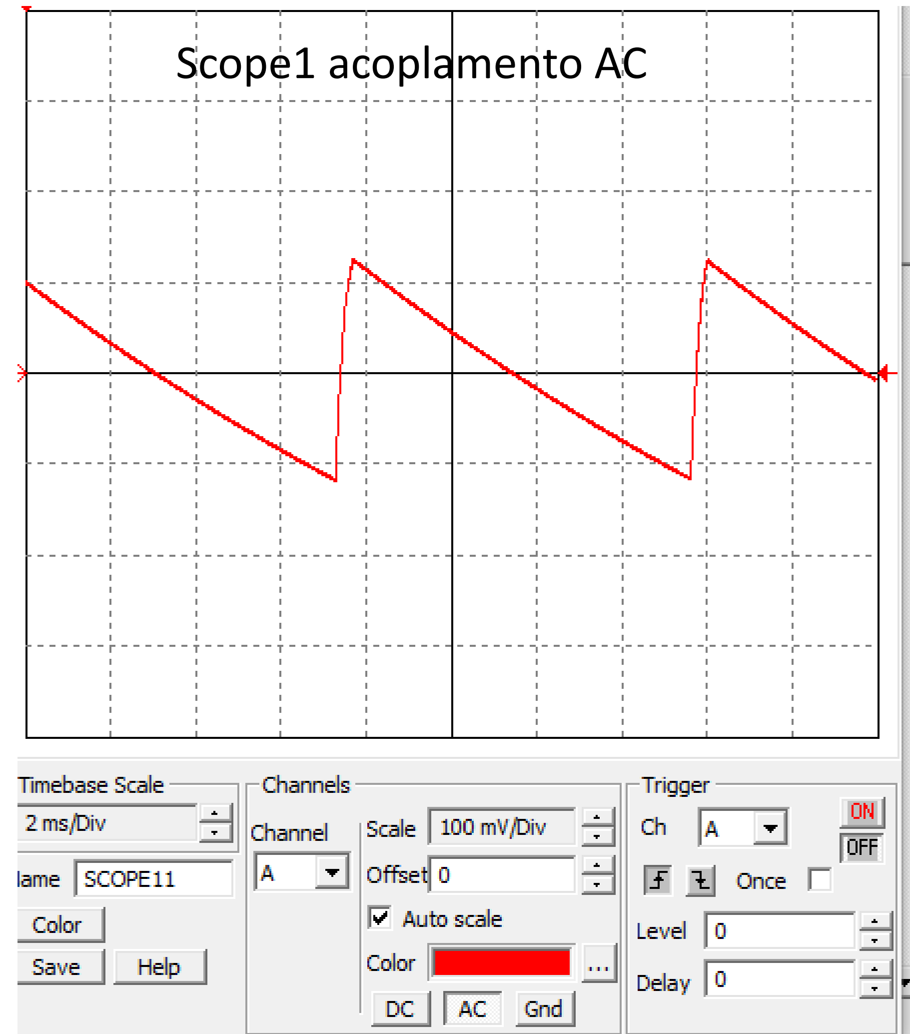
Channels
Channel: A
Scale: 10 V/Div
Offset: 0
Auto scale
Color
DC | AC | Gnd

Trigger
Ch: A
ON | OFF
Once
Level: 0
Delay: 0

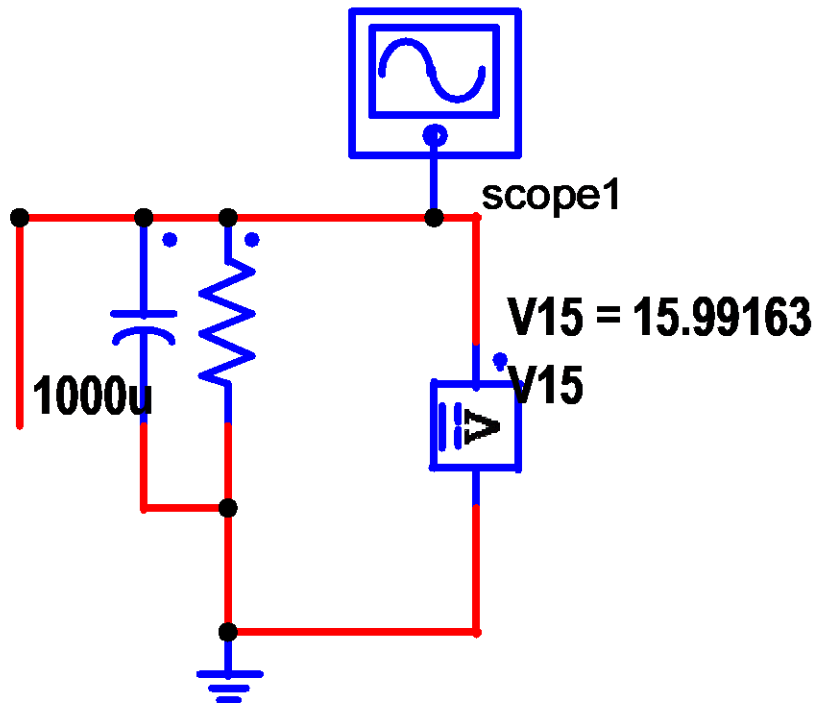
Vdc = (12(sqr2)-1).0,6~~3~~6 = 15,97V

Resposta Ex2.1: Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos COM FILTRO

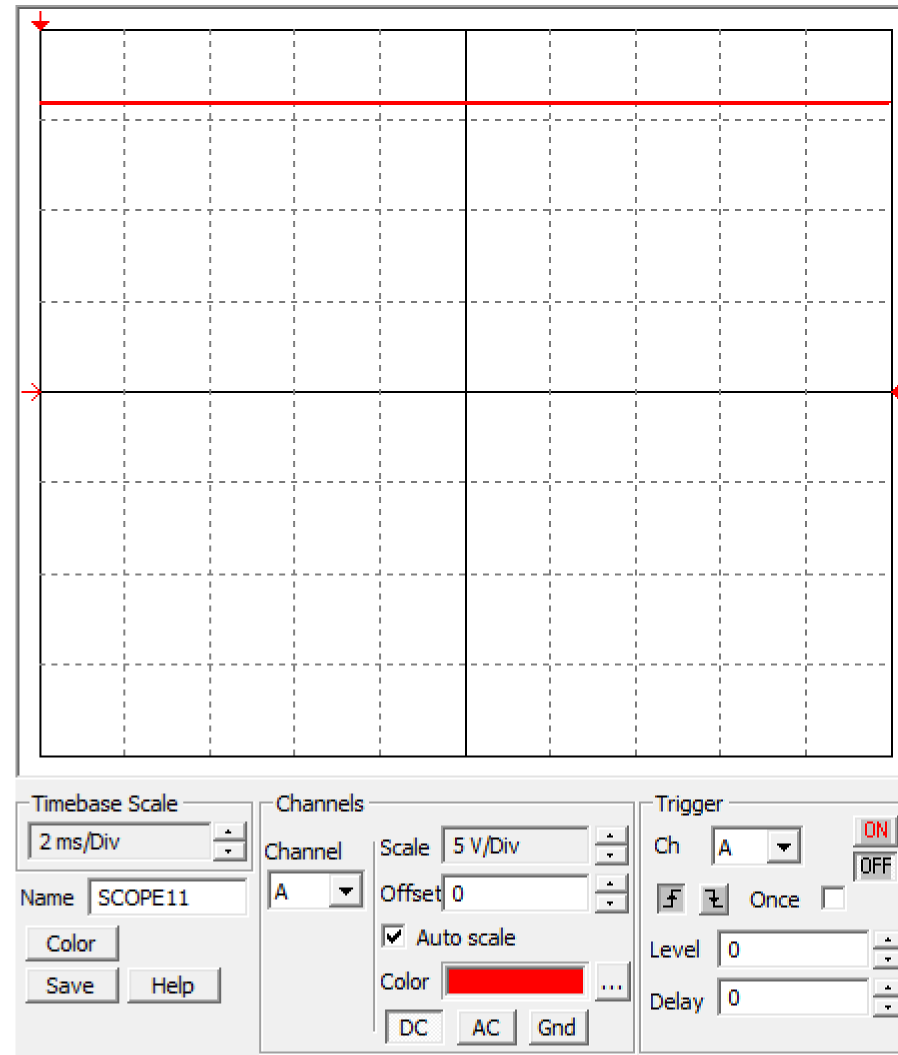




Resposta Ex2.1: Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos COM FILTRO

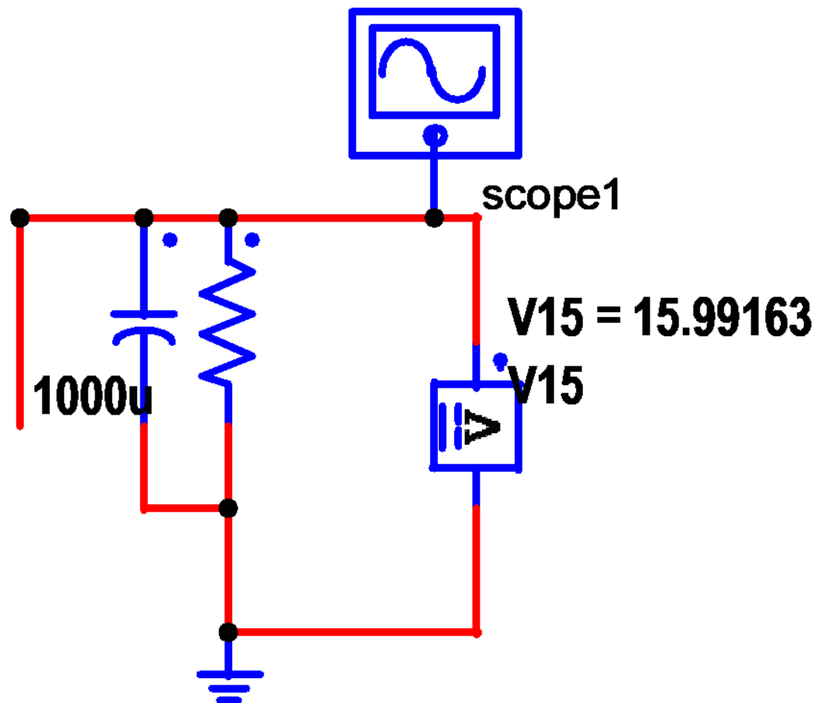


Scope1 acoplamento DC



Vdc = (12(sqr2)-1).0,6~~3~~6 = 15,97 V

Resposta: Forma de onda e valores indicados pelos instrumentos COM FILTRO



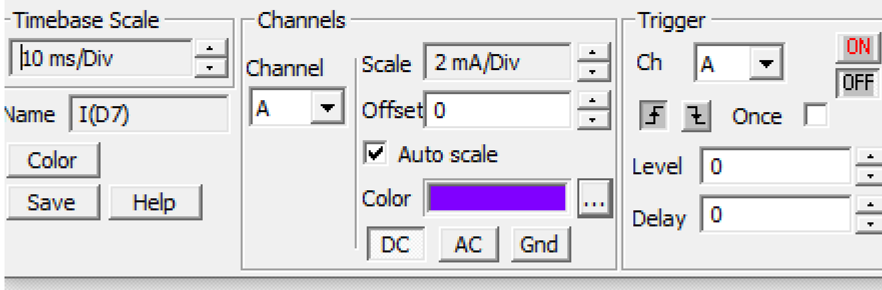
Scope1 acoplamento AC

Timebase Scale
2 ms/Div
Name SCOPE11
Color
Save Help
Channels
Channel A
Scale 5 mV/Div
Offset 0
Auto scale
Color
DC AC Gnd
Trigger
Ch A
ON
OFF
Once
Level 0
Delay 0

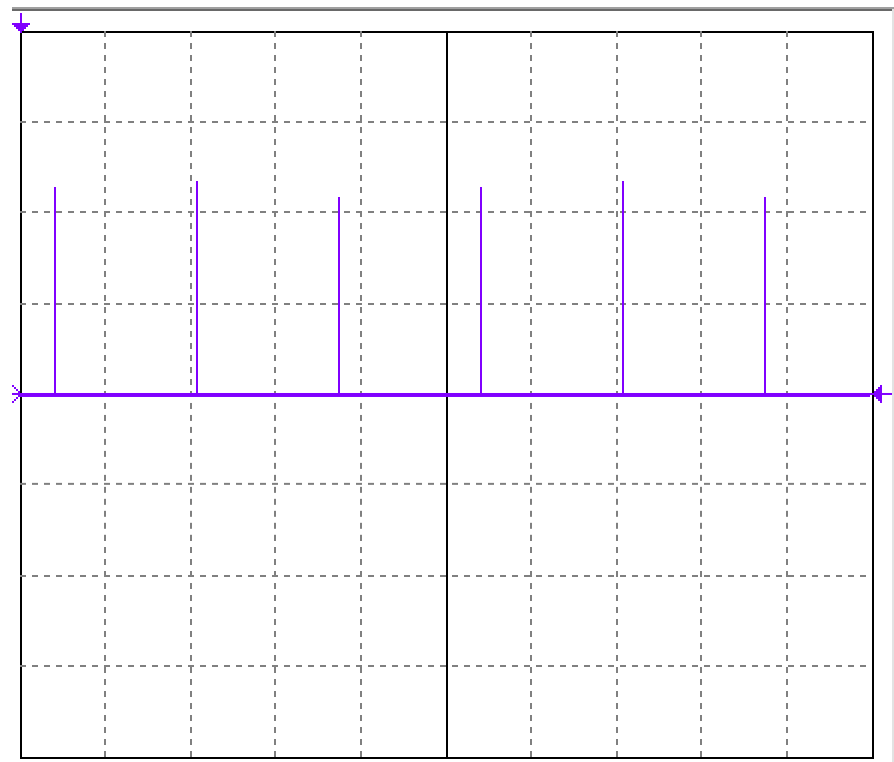
Resposta Ex2.1: Forma de onda CORRENTE DIODO COM FILTRO.

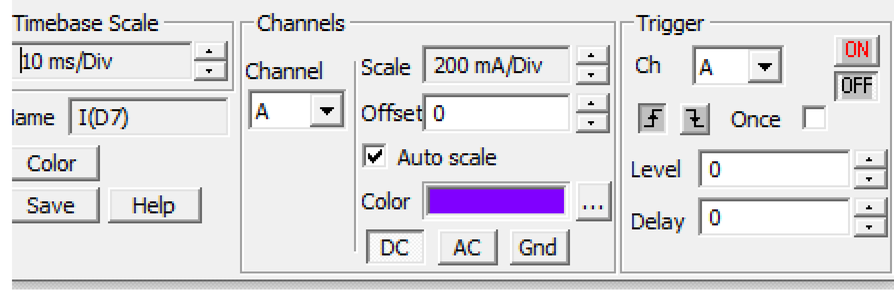
Corrente diodo C = 1 uF





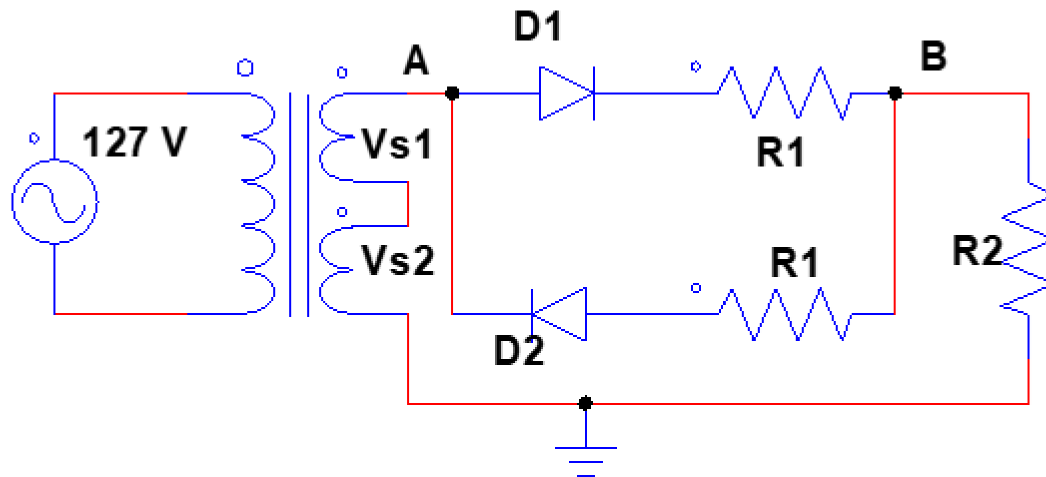
Corrente diodo C = 1000 uF





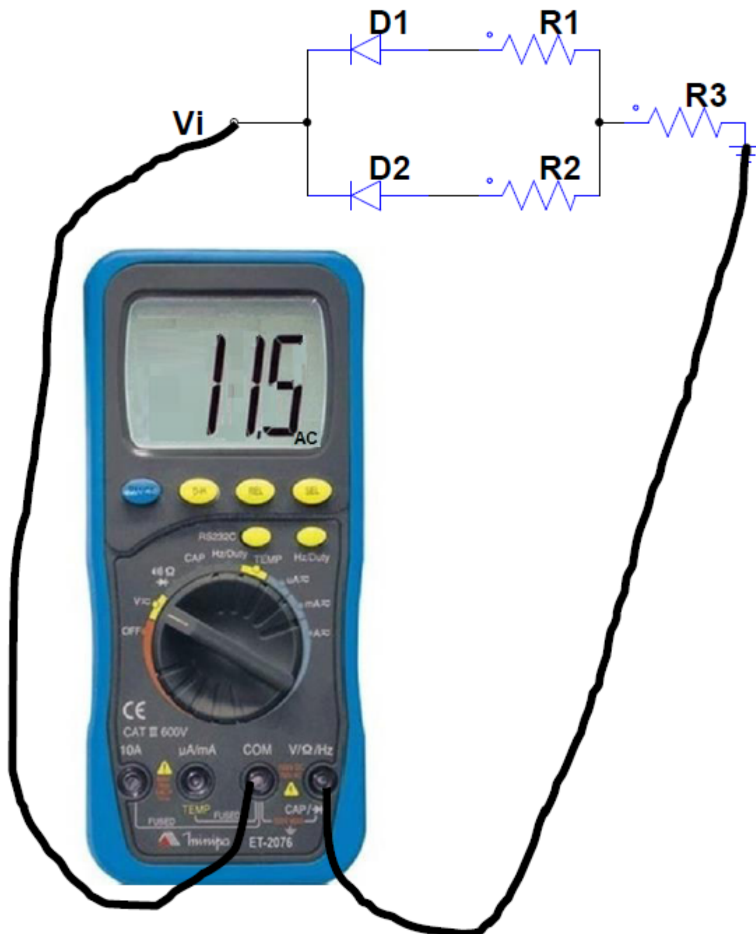
Exercício 3

Qual é o valor da tensão medida em R2 por um multímetro digital selecionado na escala VCC? Admitir diodo ideal. Vs1 = Vs2 = 9 V, R1 = 2.R2



Exercício 4:

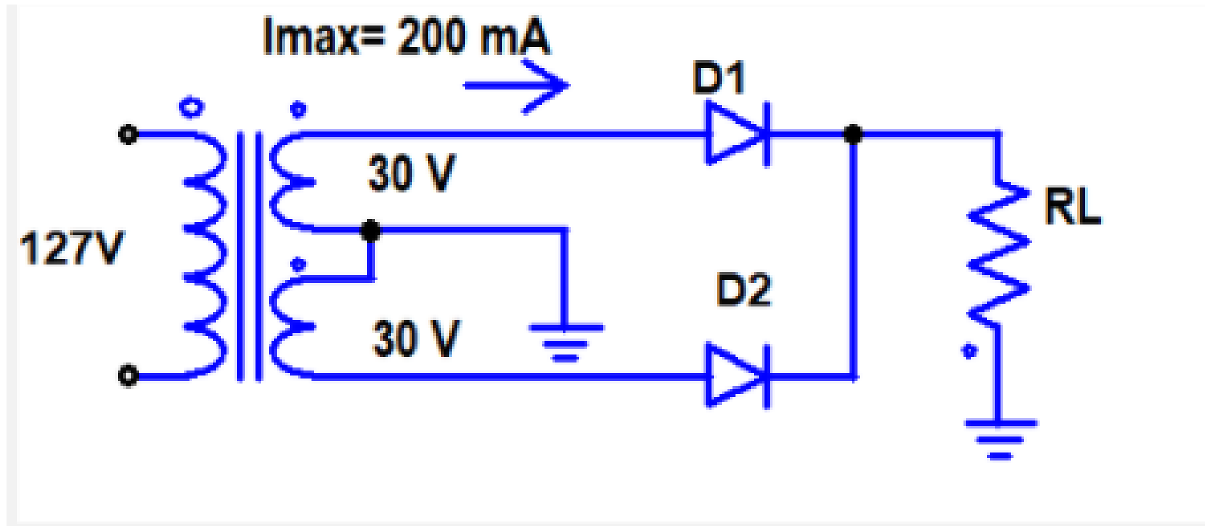
Determine o valor médio da tensão em R3 e esboce e a respectiva forma de onda. Admitir que: o MD indica 11,5 V na escala AC e que os resistores são iguais a 1,2 kΩ, os diodos são idênticos. Usar o modelo simplificado para o diodo com Vj=0,75 V.





Resposta:
-3,29 V

5-Qual dos diodos a seguir é o deve ser usado no circuito?



a) 1N4148
b) 1N914
c) 1N4153

A análise deve ser feita com base na corrente de condução e a TPI

https://www.egr.msu.edu/eceshop/Parts_Inventory/datasheets/1n914%20diode.pdf

https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/1121/1N4153.pdf